

ISSN: 2177-2258

**PUBLICAÇÕES DO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

UNIP

UNIVERSIDADE PAULISTA

Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

2011

São Paulo - SP

Publicações do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista (2011: São Paulo - SP)

Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. São Paulo: UNIP, 2012.

859 páginas

ISSN: 2177-2258

Produção Intelectual do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção: corpo docente, corpo discente e colaboradores do ano de 2011.

1. Artigos Científicos. 2. Trabalhos Técnicos. 3. Capítulos de Livros. Engenharia de Produção. I Título

Editoração e Revisão de Texto

Giseli Aparecida Gobbo

Capa

Prof. Fabian Macrini

Design

Profa. Rose Reis

Coordenação

UNIVERSIDADE PAULISTA

REITORIA

Prof. Dr. JOÃO CARLOS DI GENIO

Reitor

Prof. Dr. FÁBIO ROMEU DE CARVALHO

Vice-Reitor de Planejamento, Administração e Finanças

Profa. MELÂNIA DALLA TORRE

Vice-Reitora de Unidades Universitárias

Prof. Dr. YUGO OKIDA

Vice-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Profa. Dra. MARÍLIA ANCONA-LOPEZ

Vice-Reitora de Graduação

COMISSÃO ORGANIZADORA

Organizador

Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto

Conselho Editorial

Prof. Dr. Mario Mollo Neto

Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs

Prof. Dr. Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto

Equipe Técnica

Giseli Aparecida Gobbo

Débora Daniel da Silva

Coordenadores do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto

Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs

Coordenadora de Pós-Graduação, Pesquisa e Produção Intelectual

Profa. Dra. Marina Ancona Lopez Soligo

PREFÁCIO

O volume **Publicações do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** reuniu os trabalhos produzidos pelos docentes, discentes e convidados do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - PPGEPP, no ano de 2011. Os trabalhos referem-se a temas pertinentes à Engenharia de Produção e correlatos, podendo ser útil não apenas ao especialista, mas também aos discentes de outros Programas e ao alunado da Graduação. Os trabalhos retratam traços marcantes das atividades realizadas e demonstram a afirmação das ações de pesquisa e ensino do Programa. Esta produção intelectual contém artigos sobre pesquisas realizadas no âmbito do PPGEPP, não necessariamente publicados em veículos científicos.

O intuito da obra é, primordialmente, fornecer acesso às pesquisas produzidas pelo Programa e também favorecer o contato dos discentes com os temas investigados.

Compreende 3 linhas de pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção; Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial; e Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção.

A obra teve o apoio da Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Paulista que acolheu com entusiasmo a concretização do projeto.

Oduvaldo Vendrametto
Organizador

SUMÁRIO

TRABALHOS CIENTÍFICOS COMPLETOS PUBLICADOS EM REVISTAS COM ARBITRAGEM.....	16
<i>Accounting Energy Flows to Determine the Best Production Model of a Coffee Plantation.....</i>	<i>17</i>
B. F. Giannetti; Y. Ogura; S. H. Bonilla; C. M. V. B. Almeida	
Alinhamento entre Estratégia de Negócios e Melhoria de Processos de Software: Um Roteiro de Implementação.....	40
R. Asato; M. de M. Spinola; I. Costa; W. H. de Farias Silva	
<i>Constructive Discursive Logic with Strong Negation.....</i>	<i>66</i>
S. Akama; J. M. Abe; K. Nakamatsu	
<i>Curry Systems for Algebraisation of Some Non-classical Logics.....</i>	<i>81</i>
J. M. Abe; K. Nakamatsu	
<i>Energy Assessment of a Coffee Farm in Brazilian Cerrado Considering in a Broad Form the Environmental Services, Negative Externalities and Fair Price.....</i>	<i>105</i>
B. F. Giannetti; Y. Ogura; S. H. Bonilla; C. M. V. B. Almeida	
<i>Improved Application of Paraconsistent Artificial Neural Networks in Diagnosis of Alzheimer's Disease.....</i>	<i>132</i>
H. F. S. Lopes; J. M. Abe; P. A. M. Kanda; S. Machado; B. Velasques; P. Ribeiro; L. F. H. Basile; R. Nitrini; R. Anghinah	

<i>Paraconsistent Artificial Neural Networks and EEG Analysis</i>	152
J. M. Abe; H. F. da S. Lopes; R. Anghinah	
Processo de Estimativa de <i>Software</i> com a Métrica <i>Use Case Points</i> , PMBOK e RUP.....	175
E. C. Tetila; I. Costa; M. de M. Spínola; J. Q. da S. Tetila	
TRABALHOS CIENTÍFICOS COMPLETOS PUBLICADOS EM CONGRESSOS	192
A Governança em TI como Diferencial Estratégico nas Instituições de Ensino Superior Brasileiras.....	193
M. A. Martinez; I. Costa; E. A. de Oliveira; R. Guérios	
A Lógica Paraconsistente na Enfermagem: Construção de um Protótipo para Seleção de Diagnósticos e Classificação dos Resultados de Enfermagem.....	206
B. de S. Gutierrez; J. M. Abe; M. Nogueira; F. V. do Amaral; C. C. de Oliveira; M. S. P. de Ângelo; M. S. Quinelo	
A Produção Integrada de Frutas no Brasil e sua Interface com a Produção Mais Limpa.....	211
L. P. Vendrametto; C. A. Di Agustini; S. H. Bonilla	
As Relações entre Estratégias da Manutenção e Sustentabilidade Empresarial: Um Enfoque Reflexivo no Modelo Entrada-Transformação-Saída.....	223
J. B. de Souza; J. B. Sacomano; S. L. Kyrillos; F. J. S. Milreu; J. D. B. de Souza	

Análise, em Emergia, do Comportamento das Reservas de Argila, Gipsita e Calcário sob o Ponto de Vista do Déficit Populacional Brasileiro.....	236
J. G. A. Carvalho; S. H. Bonilla	
Aplicação da Lógica <i>Fuzzy</i> nas Imprecisões na Tomada de Decisão em Relação à Demanda e Controle da Produção.....	247
C. S. Shia; I. Costa	
Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro Sanitário.....	265
G. F. da Silva; C. M. V. B. Almeida	
<i>Cluster</i> de Alto Desempenho: Agregando Valor à Infraestrutura Computacional das Universidades.....	276
F. V. do Amaral; M. Nogueira; F. L. Pereira; J. M. Abe; M. S. P. Deangel; B. de S. Gutierrez; M. da S. Quinello	
Coleta Seletiva como Instrumento de Políticas Públicas: A Experiência do Município de Sorocaba-SP.....	287
G. V. B. Simões; J. L. Ferraz; S. D. Mancini; S. H. Bonilla; W. A. Bizzo	
Contabilidade Ambiental do ABC Paulista Utilizando a Síntese em Emergia	299
F. Sevegnani; C. M. V. B. Almeida; P. A. Frugoli	
Controle de Custos para Melhoria Contínua em Cadeias de Fornecimento	313
N. F. dos Reis; C. C. de Oliveira; J. M. Abe	
<i>Design</i> de Lavanderia no <i>Jeanswear</i> – Uma Estratégia de Diferenciação na Manufatura do Vestuário de Moda – MVM.....	324
F. Mendes; F. Lima, J. Sacomano; J. Fusco	

Distribuição Dinâmica de Elevadores para um Conjunto de Andares Utilizando Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et.....	331
F. L. Pereira; A. L. dos S. Pereira; F. V. do Amaral; M. Nogueira; J. M. Abe	
	344
Eficiência e Eficácia: Uma Abordagem sobre as Tarefas da Gestão da Manutenção na Interface do Modelo Entrada-Transformação-Saída.....	
J. B. de Souza; J. B. Sacomano; S. L. Kyrillos; F. J. S. Milreu	
Estudo Preliminar da Sustentabilidade Ambiental do ABC Paulista a Partir da Síntese em Emergia.....	362
F. Sevegnani; C. M. V. B. Almeida; B. F. Giannetti; S. H. Bonilla	
Eventos Corporativos e Seus Resultados: Uma Análise Qualitativa e Quantitativa no Segmento de Transportes.....	373
M. de S. Nogueira Neto; K. V. S. Cañete; J. L. A. de Lima; J. B. Sacomano	
Facilidade de Atualização de Softwares Através da Utilização de Servidores Mirror.....	390
F. V. do Amaral; M. Nogueira; F. L. Pereira; J. M. Abe; M. S. P. Deangel; B. de S. Gutierrez; M. da S. Quinello	
Gestão do Conhecimento nas Atividades Logísticas Aplicando a Tecnologia da Informação.....	393
R. Borin; I. Costa; A. A. Boschi; R. A. Waker	
Implementação de uma Ferramenta para Auxílio de Tomada de Decisão em Redes de Empresas Baseada na Lógica Paraconsistente.....	405
M. S. P. de Angelo; J. M. Abe; B. de S. Gutierrez	

Inteligência Computacional Aplicada em Avaliações da Gestão Acadêmica em uma IES.....	417
F. J. A. Gotti; I. Costa; E. H. Shiguemori	
Interações, Fluxos e Conhecimento: Estudo de Caso da Ferramenta <i>Moodle</i> Baseado em Análise Gráficas de Redes.....	427
F. L. Pereira; A. L. dos S. Pereira; D. D. Lopes; F. V. do Amaral; M. Nogueira; M. Mollo Neto; J. M. Abe	
Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} Aplicada a Cenários.....	439
N. F. dos Reis; J. M. Abe; M. Nogueira; F. V. do Amaral; C. C. de Oliveira; B. S. Gutierrez; M. S. P. D' Angelo	
Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} e Raciocínio Baseado em Caso: Uma Ferramenta para Diagnóstico da Depressão.....	450
C. C. de Oliveira; M. Nogueira; F. V. do Amaral; M. S. P. de Ângelo; B. S. Gutierrez; M. S. Quinello; J. M. Abe	
Manual Digital como Alternativa ao Papel no Aumento da Frota de Veículos Automotores.....	456
M. de S. Nogueira Neto; J. L. A. de Lima; A. C. de S. Nogueira; J. B. Sacomano	
Modelo de Negócio de <i>Software</i> : Análise de Inovação no Caso Brasileiro...	470
F. L. Pereira; F. V. do Amaral; A. L. dos S. Pereira; M. Nogueira; O. Vendrametto; J. M. Abe	
O Processo de Gerenciamento da Capacidade na Utilização da Telefonia VoIP com o Uso de Ferramentas de Análise em Redes Sociais.....	482
E. A. de Oliveira; M. Mollo Neto; I. Costa; M. A. Martinez	

O Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção como Instrumento Estratégico.....	495
M. A. Martinez; I. Costa; J. B. Sacomano; I. P. de A. Campos	
<i>Outsourcing, Management Flexible in Manufacturing Fashion Clothing – MFC</i>	511
F. D. Mendes; R. Tutia; J. B. Sacomano; J. P. A. Fusco	
Parques Urbanos Municipais de São Paulo: Contabilidade Ambiental em Emergia.....	530
M. V. Mariano; C. M. V. B. Almeida; A. P. Z. Santos	
Planejamento e Controle da Produção em Redes de Empresas: Dimensões Fundamentais Concebidas a partir de um Modelo Conceitual.....	541
S. L. Kyrillos; J. B. Sacomano; F. J. S. Milreu; J. B. de Souza	
Planejamento e Controle da Produção nas Empresas Inseridas no Ambiente de Redes: Implicações para Ocorrência de um Desenvolvimento com Bases Sustentáveis.....	553
S. L. Kyrillos; J. B. Sacomano; J. B. de Souza; F. J. S. Milreu	
Plataforma de Gestão do Conhecimento na Aplicação de EAD no Ensino Presencial em uma IES: Um Estudo de Caso.....	566
R. Guérios; I. Costa; M. A. Martinez	
Proposta de Melhoria no Processo da Cadeia Produtiva do Tomate de Mesa sob a Ótica da Automação.....	578
M. da S. Quinello; J. M. Abe; I. Costa; J. Rodrigues	

Proposta de uma Metodologia para a Avaliação da Gestão Acadêmica em uma IES Utilizando a Inteligência Computacional.....	592
F. J. A. Gotti; I. Costa; E. H. Shiguemori	
Protótipo de Apoio à Decisão durante a Sistematização da Assistência de Enfermagem Baseado na Lógica Paraconsistente.....	606
B. de S. Gutierres; J. M. Abe; M. S. P. de Angelo	
Revisitando o <i>Framework</i> para a Gestão de Riscos em Projetos de <i>Software</i>	612
M. Nogueira; J. M. Abe; O. Vendrametto	
<i>Software</i> Público e a Dinâmica das Redes de Colaboração e Compartilhamento.....	622
J. L. Cardoso Júnior; I. Costa; M. Mollo Neto; M. F. H. de Carvalho	
<i>Study of Environmental Sustainability of ABC Paulista Using Emergy Synthesis</i>	639
F. Sevegnani; C. M. V. B. Almeida; B. F. Giannetti; S. H. Bonilla	
<i>Technology Transference from R&D Public Institutions to the Productive Sector: Embrapa Case on Technology Transfer to the Seed Segment</i>	652
A. L. Atrasas; J. B. Sacomano; J. P. A. Fusco	
Tomada de Decisão para Seleção dos Testes de Regressão Utilizando Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $\epsilon\tau$	660
M. S. Quinello; J. M. Abe; F. V. do Amaral; M. S. P. de Angelo; C. Oliveira; M. Nogueira; B. de S. Gutierres	
<i>The Sensing System for the Autonomous Mobile Robot Emmy III</i>	672
C. R. Torres; J. M. Abe; G. Lambert-Torres; J. I. da Silva Filho	

Uma Ferramenta de Apoio ao Diagnóstico da Depressão Utilizando Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} e Raciocínio Baseado em Caso.....	688
C. C. de Oliveira; N. F. dos Reis; J. M. Abe; P. Ramirez; J. A. de A. Baptista	
Vantagens Competitivas no Macroprocesso Logístico para Organizações que Utilizam NF-e e RFID.....	702
R. Borin; I. Costa; A. A. Boschi	
Virtualização, Alternativa aos Crescentes Gastos com Novos Computadores em Empresas e Universidades.....	717
F. V. do Amaral; M. Nogueira; F. L. Pereira; J. M. Abe; M. S. P. Deangel; B. de S. Gutierrez; M. da S. Quinello	
LIVROS (REFERÊNCIAS) E CAPÍTULOS DE LIVROS PUBLICADOS	725
<i>Advances in Cleaner Production – Vol. 1.....</i>	<i>726</i>
B. F. Giannetti; C. M. V. B. Almeida; S. H. Bonilla	
<i>Advances in Cleaner Production, Proceedings of the 3rd International Workshop.....</i>	<i>727</i>
B. F. Giannetti; C. M. V. B. Almeida; S. H. Bonilla	
Aplicação de Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes como Método de Auxílio à Análise de Sinais de Eletroencefalograma.....	728
H. F. da S. Lopes; J. M. Abe	
<i>Applications of Paraconsistent Artificial Neural Networks in EEG.....</i>	<i>752</i>
J. M. Abe; H. F. S. Lopes; K. Nakamatsu; S. Akama	

Aspectos de Lógica e Teoria da Ciência.....	768
J. M. Abe	
Aspectos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes.....	772
S. Souza; J. M. Abe	
<i>Autonomous Mobile Robot Emmy III</i>	799
C. R. Torres; J. M. Abe; G. Lambert-Torres; J. I. da S. Filho	
Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ}	830
J. M. Abe; J. I. da Silva Filho; U. Celestino; H. C. de Araújo	
Tomadas de Decisão com Ferramentas da Lógica Paraconsistente Anotada.....	834
F. R. de Carvalho; J. M. Abe	
Vinte e Cinco Anos de Pesquisas do Grupo de Lógica e Teoria da Ciência no IEA-USP.....	839
N. C. A. da Costa; J. M. Abe	
RESUMOS DE TRABALHOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS EM CONGRESSOS	847
<i>Environmental Accounting in Emergy for the Reserves of Clay, Gypsum and Limestone from the Point of View of the Brazilian Population Deficit</i>	848
J. G. A. Carvalho; S. H. Bonilla	
<i>Environmental Accounting of ABC Paulista Using the Emergy Synthesis</i>	850
F. Sevegnani; C. M. V. B. de Almeida; P. A. Frugoli	

Municipal Urban Parks of São Paulo: Environmental Accountability of Energy..... 852

M. V. Mariano; C. M. V. B. Almeida; A. P. Z. Santos

Selective Waste Collection as a Public Policy Tool: The Sorocaba/SP Experience..... 854

G. V. B. Simões; J. L. Ferraz; S. D. Mancini; S. H. Bonilla; W. A. Bizzo

The Integrated Production of Fruits in Brazil and the Interface with a Cleaner Production..... 856

L. P. Vendrametto; C. A. Di Agustini; S. H. Bonilla

Utilization of Energy in Municipal Solid Waste Landfill..... 858

G. F. da Silva; C. M. V. B. Almeida

**TRABALHOS CIENTÍFICOS COMPLETOS
PUBLICADOS EM REVISTAS COM
ARBITRAGEM**

**ACCOUNTING EMERGY FLOWS TO DETERMINE THE BEST
PRODUCTION MODEL OF A COFFEE PLANTATION**

B. F. Giannetti, Y. Ogura, S. H. Bonilla, C. M. V. B. Almeida*

Universidade Paulista – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

R. Dr. Bacelar, 1.212 – São Paulo-SP – Brazil

*Corresponding author –Tel.: +55 11 5586-4127; fax: +55 11 5586-4129

E-mail address: cmvbag@terra.com.br (C. M. V. B. Almeida)

Abstract: Cerrado, a savannah region, is Brazil's second largest ecosystem after the Amazon rainforest and is also threatened with imminent destruction. In the present study emergy synthesis was applied to assess the environmental performance of a coffee farm located in Coromandel, Minas Gerais, in the Brazilian Cerrado. The effects of land use on sustainability were evaluated by comparing the emergy indices along ten years in order to assess the energy flows driving the production process, and to determine the best production model combining productivity and environmental performance. The emergy indices are presented as a function of the annual crop. Results show that Santo Inácio farm should produce approximately 20 bags of green coffee per hectare to accomplish its best performance regarding both the production efficiency and the environment. The evaluation of coffee trade complements those obtained by contrasting productivity and environmental performance, and despite of the market prices variation, the optimum interval for Santo Inácio's farm is between 10 and 25 coffee bags/ha.

Introduction

Historically, coffee production in Brazil has been marked by several cycles of territorial occupation and environmental imbalance caused by disordered replacement of natural ecosystems and soil degradation by broad farming areas. The share of coffee in total exports in monetary values declined from 70% at the end of the 1920s to around 40% in the 1960s, to less than 10% in the 1980s and around 5% in the 1990s (Paiva, 2000). Coffee had many secondary effects on Brazilian economy history such as the campaign for the slavery abolition, employment of free immigrant labor, foreign investment in infrastructure, capital accumulation of coffee growers, and the derived growth of coffee industry (Baer, 2001).

Beyond the obvious social component, sustainable development should consider economic, environmental, and political aspects. The environmental component of sustainable development

focuses on respecting the support capacity of ecosystems, while the economic component addresses the rational and efficient use of energy flows that feed the system. In this way, only a systemic view may maintain development along time without degradation of any of its constituting elements. In this context, trackability emerged as an important tool developed to ensure a safe, high quality product dependent on a responsible management. Though only a small share of the global coffee trade is currently certified, voluntary certification and labeling initiatives are becoming increasingly important vehicles for regulating sustainability in coffee, as well as for other commodities (Raynolds et al., 2007). Coffee from Cerrado was the first to receive this type of certification and its bar code includes information about its origin and production characteristics (Crestana et al., 2009). Nevertheless, there are important differences between certifications that delimit potential impacts, and there are also restrictions to the degree to which these initiatives contribute to sustainable development.

Adams and Ghaly (2007a) examined the current coffee production and processing system in Costa Rica in order to maximize its sustainability through cost and risk reductions and identification of new opportunities. A two-year field investigation was performed for assessing resource, energy and water use, characterizing by-products, and evaluating training, management and industry structure, with the aim of identifying opportunities for the implementation of cleaner production and industrial ecology strategies. However, the application of these strategies has not been accepted by the Costa Rica industry. According to the authors, the coffee production system in Costa Rica does not encourage the practice of environmentally sustainable methods within production or processing. Recording the stakeholders' perceptions in order to ensure a proper match between sustainability barrier and the steps to address it, Adams and Ghaly (2007b) recognized a significant gap between the requirements of a sustainable industry and the actual system. The inclusion of stakeholders' thoughts and perceptions was identified as an important factor in the establishment of policies aiming to improve the overall sustainability of the coffee industry.

The environmental impact of coffee production has been analyzed with the use of life cycle assessment (LCA). Salomone (2003) assessed the environmental management practices in an Italian coffee company, and related the main categories of environmental impact to the coffee cultivation stage. A comparison between impacts associated with alternative packaging systems on the supply of coffee (De Monte et al., 2005) suggested that the use of poly laminate bags for small size packages could be an alternative, even though this solution does not favor material recycling. Humbert et al. (2009) evaluated the environmental burdens associated with spray dried soluble coffee over its entire life cycle and compared it with drip filter coffee and capsule espresso coffee. This assessment showed that about one half of the environmental impact occurs at a life cycle stage under the control

of the coffee producer and the other half at a stage controlled by the user (shopping, appliances manufacturing, use and waste disposal). In Brazil, the first life cycle inventory was conducted among the 56 participants to the establishment of an environmental profile for coffee cultivation (Coltro et al., 2006). The large variation of the amount of agricultural inputs evidenced a clear opportunity for the reduction of some of these inputs (Coltro et al., 2006).

The central role of energy in all life processes has led to the development of numerous hypotheses, conjectures and theories on the relationships between thermodynamics and ecological processes. Emergy accounting is widely practiced in evaluating the energy flows driving agricultural systems (Lagerberg and Brown, 1999; Qin et al., 2000; Guarnetti et al., 2006; Almeida et al., 2007; de Barros et al., 2009; Agostinho et al., 2008; Cavalett and Ortega, 2009, Bonilla et al., 2010; Pereira and Ortega, 2010, Giannetti et al., 2011). Regarding the use of resources, Sarcinelli and Ortega (2004) pointed out that better economic results could be achieved when small coffee producers made larger use of their renewable natural resources. Comparing a traditional production system with the production of organic coffee, these authors concluded that the organic system may improve the economic results of small properties using more permanent employees per area. Cuadra and Rydberg (2006) published an emergy evaluation of coffee production, processing and export in Nicaragua. The environmental contribution to tradable products and its role in a fair trade were evaluated with the use of emergy indices. Nicaragua depletes its local natural resources exporting much more emergy in the green coffee sold than it imports in the money received for it (Cuadra and Rydberg, 2006). The emergy exchange ratio indicates that almost all purchasers benefit when buying green coffee from Nicaragua, while the sales of roasted or instant coffee are of benefit for Nicaragua.

This study using emergy synthesis focuses on Cerrado, which produces most of the quality coffee exported from Brazil. The Brazilian coffee farm is located in the Southern part of the state of Minas Gerais, and was evaluated to:

- (a) assess the energy flows driving the production process,
- (b) assess the emergy indices as function of the green coffee productivity,
- (c) determine the best production model combining productivity and environmental performance,
- (d) determine the best production model combining sales and environmental performance.

2 Methods

Emergy is defined as the available energy previously required, directly and indirectly, through input pathways to make a product or service. The unit of emergy is solar emergy joules (seJ). The emergy

flows represent three categories of resources: R as renewable resources, N as non-renewable resources and the inputs from the economy, F . R and N flows are provided by the environment and are economically free. The economic inputs, F , are provided by the market and related to fluxes that are accounted by the economy. Services provided by humans with a higher level of education were separated from manual labor. Farm management and consulting services were accounted according to the money paid for each service (Brandt-Williams, 2002). The energy embodied in financial resources from human-derived services was also inferred from the price of imported items (Cuadra and Rydberg, 2006; Dong et al., 2008).

The quotient of a product's emergy divided by its energy is defined as its transformity (Odum, 1996). Transformity, given in seJ/J, puts together emergy and energy, and refers to the emergy needed to obtain 1 J of a product or service, directly or indirectly. The more energy transformations there are contributing to a product, the higher is its transformity. This is because at each transformation, available energy is used up to produce a smaller amount of energy of another form. When transformations are arranged with different inputs, different combinations of speed and efficiency result. The transformity that accompanies the optimum efficiency for maximum power transfer has a theoretical lower limit that systems may approach after a long period of self-organization. The most efficient transformations are those that have been in environmental and economic competition for a long time (Odum, 1996).

Values of the transformities used in this text are mostly taken from the literature, and are relative to the 15.83×10^{24} seJ/year baseline (Odum and Odum, 2000). Although the appropriate value for the baseline is still in discussion (Campbell, 2000; Campbell et al., 2004, 2005; Brown and Ulgiati, 2010) the use of a given baseline allows comparing results with transparent calculation procedures. Transformities calculated using the 9.44×10^{24} seJ/year baseline have been multiplied by 1.68 to obtain the updated values.

Emergy indices were employed to assist the discussion: the environmental loading ratio (ELR), the emergy yield ratio (EYR), the emergy investment ratio (EIR) and the emergy index of sustainability (ESI). A brief description of the emergy indices is shown in Table 1.

EER is the ratio of emergy exchange in a trade or purchase (Odum, 1996). It assesses the advantages or disadvantages in terms of price paid for coffee, and was calculated converting currency flows to emergy units. When a good is sold and money is received in exchange, this ratio gives a measure of the relative trade advantage of one partner over the other.

Different countries have different emergy/\$ ratios, as already shown by Odum (1996), Rydberg and Jansen (2002) and Brown and Buranakarn (2003). Balanced trade is accomplished when emergy of imports and exports of trading partners is equal (Brown and Buranakarn, 2003). However, emergy

evaluations often show that such exchanges are not equal (Odum, 1996). Germany, which is a major buyer of the Brazilian coffee has as EMR of about 2.81×10^{12} seJ/US\$, while that of Brazil is 1.12×10^{13} seJ/\$ (NEAD, 2009). Then, Brazil has a trade disadvantage of approximately 4 times trading with Germany. A weighted average EMR (3.05×10^{12} seJ/\$, Table 2) for importing countries representing about 60% of total exports of Cerrado's coffee (MDIC, 2008) was calculated for the years 1999–2004 on the basis of their contribution to the Brazilian gross domestic product (GDP). The EMR of the six countries was considered constant for the period of 1999–2004, and the values were taken from NEAD (2009).

Emergy evaluation tables, prepared according to the procedures described by Odum (1996), were used to assess the coffee production process from 1997 to 2006 and the farm sustainability.

Table 1 - Emergy based indices, description and references on the possible range of values for each index.

Indices	Description	Range
$EYR = \frac{U_{coffee}}{F}$	The emery yield ratio (EYR) is the ratio of the emery of the output ($U_{coffee} = R + N + F$), divided by the emery of those inputs (F) to the process that are fed back from outside the system.	EYR < 5 is indicative of secondary energy source, EYR < 2 indicates consumer products or transformation steps (Brown and Ulgiati, 2002). Processes with $EYR \cong 1$ do not provide significant net emery to the economy and only transform resources that are already available from previous processes (Dong et al., 2008).
$EIR = \frac{F}{N+R}$	The investment ratio is the ratio of purchased inputs (F) to all emergies derived from local sources ($R+N$). EIR indicates the matching of emery inflows to production, which is equivalent to balance potential limiting factors.	For an EIR=1 the system is limited by only the external sources. For EIR > 1, the uneven emery matching increases production, but local resources may be less efficiently used. EIR < 1 indicates that the process gets more emery from the environment and is less intensive (Odum, 1996).
$ELR = \frac{N+F}{R}$	This index of environmental loading is the ratio of non-renewable emery ($N+F$) to renewable emery.	ELR $\cong 2$ suggests a relatively low environmental impact. ELR > 10 is indicative of relatively concentrated environmental impact and those with $3 < ELR < 10$ might be considered moderate (Brown and Ulgiati, 2002).
$ESI = \frac{EYR}{ELR}$	The environmental sustainability index aggregates the measure of yield and environmental loading. The objective function for sustainability is to obtain the highest yield ratio at the lowest environmental loading.	As a relative measure, ESI < 1 appears to be indicative of products or processes that are not sustainable in the long run. Medium run sustainability seems to be characterized by $1 < ESI < 5$, while processes and products with long range sustainability have ESI accordingly greater (Brown and Ulgiati, 2002).
$EER = \frac{U_{coffee}}{\sigma_{paid}(EMR)}$	The ratio of emery exchange in a trade or purchase. EER gives the extent of the relative trade advantage of one partner over another.	EER=1 indicates a fair trade; EER > 1 indicates advantage of the buyer and EER < 1, advantage of the seller (Odum, 1996).
$EMR = \frac{U_{country}}{GDP}$	The ratio of all emery supporting the economy of a country ($U_{country}$) to its gross domestic product (GDP).	EMR provides an average measure of the purchasing power for a nation when compared with ratios from other nations (Odum, 1996).

Table 2 - Emergy Money Ratio (EMR) and the gross domestic product (GDP) percentage relative to coffee exports from 1999 to 2004.

	EMR ^a (10 ¹² × sej/\$)	% GDP						Weighted EMR per country ^b (10 ¹² × sej/\$)	% GDP per country 1999–2004
		1999	2000	2001	2002	2003	2004		
Belgium	9.17	0.22	0.14	0.11	0.10	0.07	0.09	6.69	0.73
Germany	2.8	0.93	0.49	0.41	0.44	0.34	0.38	8.37	2.99
Italy	3.85	0.40	0.32	0.23	0.19	0.21	0.19	5.93	1.54
Japan	1.49	0.38	0.28	0.18	0.15	0.16	0.14	1.92	1.29
USA	1.93	0.98	0.40	0.25	0.34	0.35	0.33	5.11	2.65
Total								28.03	

^a EMR values were taken from NEAD (2009) for the year 2000.

^b The weighted EMR of the importing countries is calculated by dividing the total weighted EMR by the total % GDP of coffee exports.

3 Results and discussion

3.1 Description of Santo Inácio farm's production system in energy terms

The Santo Inácio coffee farm is located at Coromandel in the Cerrado region, and produces green coffee exclusively for export. The coffee farm has a total area of 140ha, of which 54ha are planted with 160,000 coffee trees (*Coffea Arabica L.*). Council of Associations of Cerrado's Coffee Growers (CACCCER, 2010) classifies this farm as a small property as it has less than 79ha of plantation.

Coffee production data (Table 3) were obtained from Santo Inácio's account book for the period between 1997 and 2006. The cultivation of coffee started in 1970, and the first harvesting was done in 1973. Coffee bushes are grown in alleys in this conventional coffee production system. After harvesting, the coffee cherries are dried and their husk is removed (pre-processing). The final product is green coffee, which is packed in 60 kg bags and stored in a Cooperative of Producers for future trade.

Fig. 1 presents an overview of the coffee production area using energy system symbols. The diagram shows the system boundaries and the energy sources driving the process. On the left-hand side of the diagram environmental resources are shown. Purchased resources such as fuel and electricity, chemicals, labor and machinery are shown on the top of the diagram. Each processing step was evaluated and indicated in Table 3.

The environmental accounting was performed from 1997 to 2006, enabling the evaluation of environmental and economic resources employed in the system over ten years. Table 3 shows the emergy table corresponding to the year of 2006. The other evaluation tables are available on request.

For the green coffee production system (Table 3), the purchased inputs contributed with almost 80% of the total emergy. Fuel contributes with 8%, direct labor with 25% and chemical fertilizers with 29% to the emergy support required. Local renewable emergy accounted for ca. 20% of the total emergy needed for producing green coffee. The transformity calculated without services for the green coffee was 2.42×10^5 seJ/J, which is about three times lower than that reported for Nicaragua (7.11×10^5 seJ/J, Cuadra and Rydberg, 2006) suggesting that coffee production in the Brazilian farm is more efficient.

The total amount of emergy at the plantation stage corresponds to 2/3 of the emergy required to put the green coffee at the farm gate. The emergy cost of the harvesting stage corresponds to 27% of the total emergy, and direct labor force is responsible for 12% of the emergy required at this stage. Drying uses nature's free resources (sun, kinetic energy of wind and evaporation), but their contributions to the total emergy are negligible. No direct renewable emergy flows were identified in the preprocessing stage, which contributes with less than 1% to the total emergy demand for green coffee production.

Table 3 - Emergy table for the coffee production in Santo Inácio farm, 2006 (without services).

Item	Description	Unit	Class ^a	Annual flow (unit/year ha)	Emergy per unit (sej/unit) ^b	Emergy (sej/year ha)
Plantation						
1	Sun ^c	J	R	5.97×10^{13}	1	5.97×10^{13}
2	Wind, kinetic energy ^c	J	R	6.45×10^6	2.52×10^3	1.63×10^{10}
3	Rain, chemical energy	J	R	4.27×10^{10}	3.06×10^4	1.31×10^{15}
4	Rain, geopotential energy ^c	J	R	8.21×10^6	1.76×10^4	1.44×10^{11}
5	Organic fertilizer	J	29% R	2.72×10^4	2.96×10^9	8.05×10^{13}
6	Soil erosion	J	N	9.95×10^7	7.40×10^4	7.36×10^{12}
7	Fuel and lubricants	J	F	1.67×10^9	1.11×10^5	1.85×10^{14}
8	Machinery and equipment	g	F	1.61×10^4	6.70×10^9	1.08×10^{14}
9	Labor ^d	J	F	1.85×10^8	4.30×10^6	7.96×10^{14}
10	Lime	g	F	7.41×10^4	1.68×10^9	1.24×10^{14}
11	Pesticides and fungicides	g	F	3.08×10^3	1.48×10^{10}	4.56×10^{13}
12	Nitrogen	g	F	1.65×10^5	6.62×10^9	1.09×10^{15}
13	Phosphate	g	F	7.14×10^4	9.35×10^9	6.68×10^{14}
14	Potassium	g	F	1.21×10^5	9.32×10^8	1.13×10^{14}
15	Organic fertilizer	g	71% F	6.35×10^4	2.96×10^9	1.88×10^{14}
Total for plantation						
Harvesting						
16	Fuel and lubricants	J	F	2.92×10^9	1.11×10^5	3.24×10^{14}
17	Machinery and equipment	g	F	1.80×10^4	6.70×10^9	1.21×10^{14}
18	Labor ^d	J	F	1.99×10^8	4.30×10^6	8.56×10^{14}
19	Lodging for temporary workers	g	F	2.68×10^5	2.42×10^9	6.49×10^{14}
Total for harvesting						
Drying						
20	Sun ^c	J	R	1.29×10^{11}	1	1.29×10^{11}
21	Wind, kinetic energy	J	R	1.12×10^8	3.06×10^4	3.43×10^{12}
22	Evaporation ^c	g	R	5.56×10^5	1.45×10^5	8.06×10^{10}
23	Electricity	J	F	7.73×10^7	2.77×10^5	2.14×10^{13}
24	Yard	g	F	3.33×10^4	2.42×10^9	8.06×10^{13}
25	Silos	g	F	4.83×10^4	2.42×10^9	1.17×10^{14}
26	Machinery and equipment	g	F	7.67×10^3	6.70×10^9	5.14×10^{13}
27	Labor ^d	J	F	2.05×10^7	4.30×10^6	8.82×10^{13}
Total for drying						

Pre-processing						
28	Machinery and equipment	g	F	8.89×10^2	6.70×10^9	5.96×10^{12}
29	Labor ^d	J	F	6.30×10^6	4.30×10^6	2.71×10^{13}
30	Fuel	J	F	4.92×10^8	1.11×10^5	5.46×10^{13}
31	Jute bags	g	F	7.72×10^1	2.31×10^{10}	1.78×10^{12}
32	Electricity	g	F	5.73×10^7	2.77×10^5	1.59×10^{13}
Total for pre-processing						1.05×10^{14}
Total Energy without services		kg		1.20×10^3	5.94×10^{12}	7.13×10^{15}

^a R: local/free renewable resource, N: local/free non-renewable resource, F: feedback from the economy or purchased resources.

^b Emergies per unit for items 1–7, 23 and 30 were taken from Odum (1996); for items 8, 17, 26 and 28 from Bjorklund et al. (2001); for item 10 from Brown and Buranakarn (2003); for item 11 from Panzieri et al. (2000); for items 12–14, 19, 24 and 25 from Cuadra and Rydberg (2006); for item 22 from Buenfil (2001); and for item 31 from (Brandt-Williams (2002).

^c Not accounted to avoid double-counting.

^d Brazil's total energy (2.77×10^{24} seJ/year)/(1.80×10^8 person/day \times 1.26×10^7 J/person \times 285 days, excluding Sundays and holidays); Bonilla et al., 2010.

Inputs purchased from outside the system have two constituent parts, and as separate sources must be evaluated separately (Odum, 1996). The first component refers to the emergy of the materials and direct labor (accounted in Table 3). The second corresponds to the emergy that supports human services, which may be inferred from the price of imported items multiplied by the Emergy Money Ratio of the economy in which the system is inserted. According to Brown and Ulgiati (2002), emergy values calculated without services are associated to the physical and technological characteristics of the system under investigation, while components that depend on indirect labor and services will vary according to the economic level of the country in which the system operates.

Table 4 shows the services associated to the imported materials and the indirect human services of the farm, measured by their money costs. Variable costs (item 3) were obtained by adding the prices of organic fertilizers, fuel and lubricants, lime, pesticides, herbicides, and chemical fertilizers (CONAB, 2009; CCAC, 2006). Fixed costs include machinery, equipments, buildings and facilities (CONAB, 2009; CCAC, 2006).

Brazilian's green coffee transformity with services (4.25×10^5 seJ/J) is about four times lower than that of Nicaragua (1.77×10^6 seJ/J, Cuadra and Rydberg, 2006), where services associated to green coffee production increase the total emergy by 67%. The inclusion of the emergy associated to services and indirect labor increases the Brazilian green coffee transformity by 43%. Transformities, with and without services, suggest that the coffee production in the Brazilian farm is more efficient, but these values are only sensitive to the biosphere-scale efficiency (Dong et al., 2008), and do not provide information about the system's environmental performance.

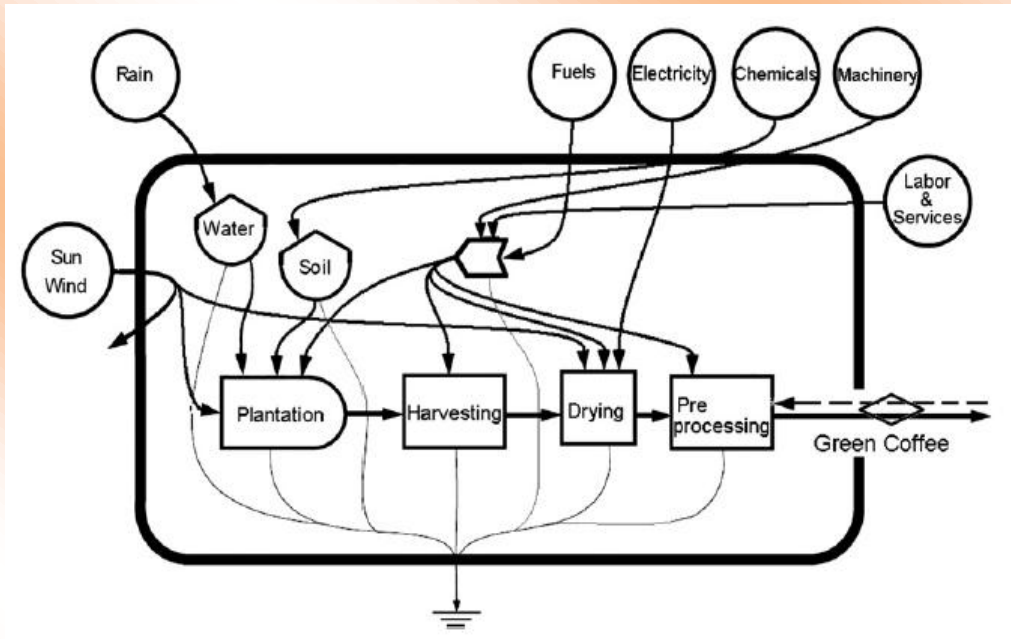


Fig. 1 - System diagram of coffee production at Santo Inácio farm. The emergy evaluation is performed for production, harvesting, drying, and preprocessing stages.

Table 4 - Emergy of services for the coffee production in Santo Inácio farm, 2006, calculated with the Brazilian EMR = 1.12×10^{13} seJ/\$, 2000 (NEAD, 2009).

Item	Description	Annual flow (\$/year ha)	Emergy (seJ/year ha)
Labor			
1	Farm management/consulting services	8.35×10^1	9.35×10^{14}
Services			
2	Variable costs	1.33×10^2	1.49×10^{15}
3	Fixed costs	2.65×10^2	2.97×10^{15}
	Total services	4.82×10^2	5.39×10^{15}
	Total emergy without services^a		7.13×10^{15}
	Total emergy with services	1.20×10^3	1.25×10^{16}

^a Table 3.

Table 5 - Environmental performance indicators of green coffee production in Brazil and Nicaragua.

Energy-based environmental performance indicators	Without services		With services	
	Brazil	Nicaragua	Brazil	Nicaragua
EYR	1.24	1.35	1.13	1.12
ELR	4.13	2.82	8.01	8.52
EIR	0.24	0.35	0.13	0.12
ESI	0.30	0.38	0.14	0.13

Table 5 shows the environmental performance indicators of green production in Brazil and Nicaragua, with and without accounting for the energy content of indirect labor and services. Energy-based performance indicators respond to the characteristics of input flows, and the values shown in Table 5 make clear the influence of the economic level of each country. In respect to the physical and technological characteristics the Brazilian farm presents a poorer environmental performance, especially associated to its environmental load. When the fraction depending on indirect labor and services is taken into account, the Brazilian environmental performance indicators are slightly better. However, this occurs at the expenses of a larger environmental disruption.

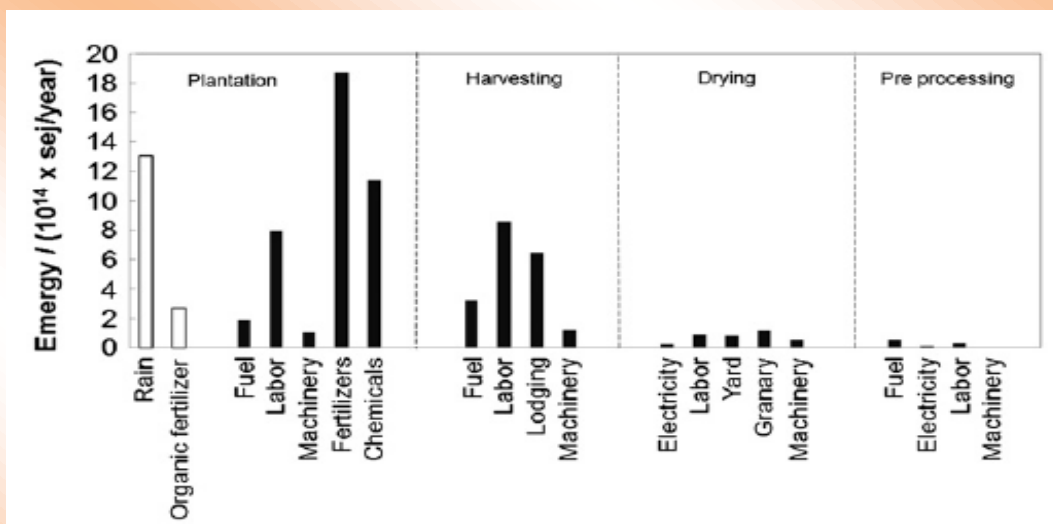


Fig. 2. Emery inputs per stage (emergy signature) of the coffee production at Santo Inácio farm, 2006.

It is also worthy to keep in mind that emery flows of indirect labor and services may be divided into their renewable and nonrenewable fractions, since they are supported by their own

economic system, and vary in alignment with them (DONG et al., 2008). Labor and services are 50% renewable both in Brazil and Nicaragua (NEAD, 2009), which makes possible this evaluation. However, comparisons made with another coffee producers as Colombia (%R=61) or Costa Rica (%R=37) would have to take into account their new able fraction of each country.

3.2 Assessment of the energy flows driving the production process and of the energy indices as function of the green coffee productivity

Figure 2 shows the main input energy flows to the different steps of the coffee production at the Santo Inácio farm. It is clear that the largest share of energy is used in the plantation stage, in which 28% of the energy comes from a renewable source, 2% seJ/seJ from organic fertilizers, and the remaining portion comes from outside sources. Most energy transformations are controlled by inputs of high transformity, whose energy contribution is small but whose energy contribution is large. Fertilizers (NPK) and chemicals (pesticides and lime) contribute with 45% of the energy at this stage, which corresponds to 31% of the total energy. Harvesting is the second in energy use. In this phase, labor corresponds to 44% of the energy investment, followed by the energy invested (33% seJ/seJ) to accommodate temporary workers, and by the fuel used by harvesting machines (17% seJ/seJ). Drying and pre-processing phases use less than 7% of the total energy used for green coffee production.

A summary of the indices calculated for the different steps in green coffee production is presented in Fig. 3. The percentage of renewables decreases along the production chain, with coffee production in the field showing the highest values (28% seJ/seJ) and after pre-processing the lowest value (19% seJ/seJ). EYR and ESI decrease along the coffee production stages. In contrast, the environmental loading ratio (ELR) and the energy investment ratio (EIR) increase for each processing step.

As expected, the production of green coffee is an intensive activity, requiring large amounts of inputs from outside. This intensity was demonstrated by the high ELR obtained for each stage. ESI is lower than one for all stages indicating that the coffee production system has short-run resource-use sustainability, depending on a large quantity of non-renewable sources.

Indices calculated for the different years of coffee production are presented in Fig. 4a and b. In 1997, the farm produced 17 coffee bags/ha with EYR=1.33. Coffee production increased to 26 bags/ha in 1998 and 41 bags/ha in 1999, but the higher productivity was achieved by the intensive use of chemical fertilizers. Each time that the energy for transformation is being supplied by the economy, the energy yield ratio decreases. Thus, in Santo Inácio farm, the value of energy yield

ratio for 1999 (EYR=1.17) decreased about 10% in relation to the EYR from 1997 (1.30) showing a decreased ability to exploit local resources. This trend may be better observed in Fig. 4b where the variation of the energy indices is shown as function of the farm productivity. The energy investment (EIR) is also higher for 1999 indicating the intensity of the economic investment in fertilizers. Comparing 1997 and 1999, it is clear that the environmental load ratio (ELR) increased from 3.3 to 5.6 indicating the higher pressure exerted by the system to the environment. A high ELR indicates the system's distance from the state of environmental equilibrium, and a high dependency or a high degree of support from outside. This is observed for the year of 1999 when more than 80% of the total energy was provided by resources from outside the system.

Fig. 4a and b shows that the higher productivity achieved with the energy investment based on economic resources (mostly fertilizers) do not provide significant net energy to the economy.

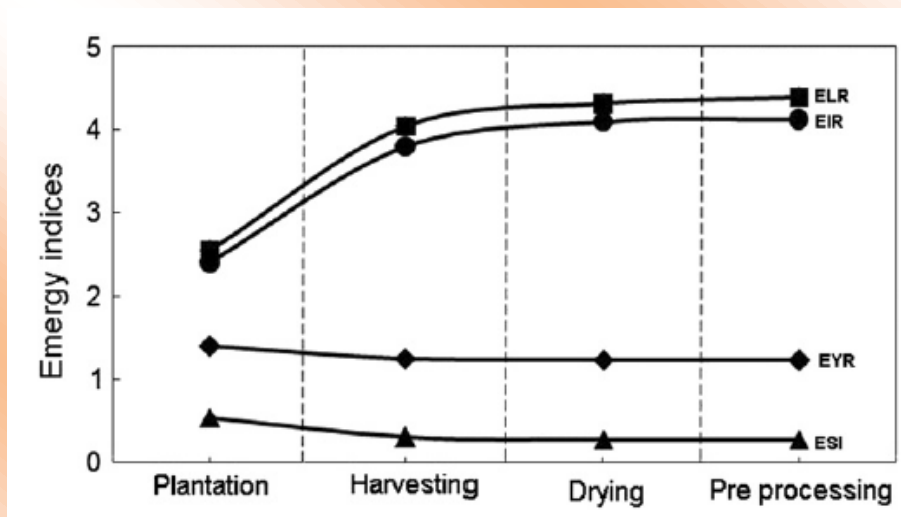


Fig. 3 - Variation of energy indices for green coffee production from plantation to pre-processing, 2006.

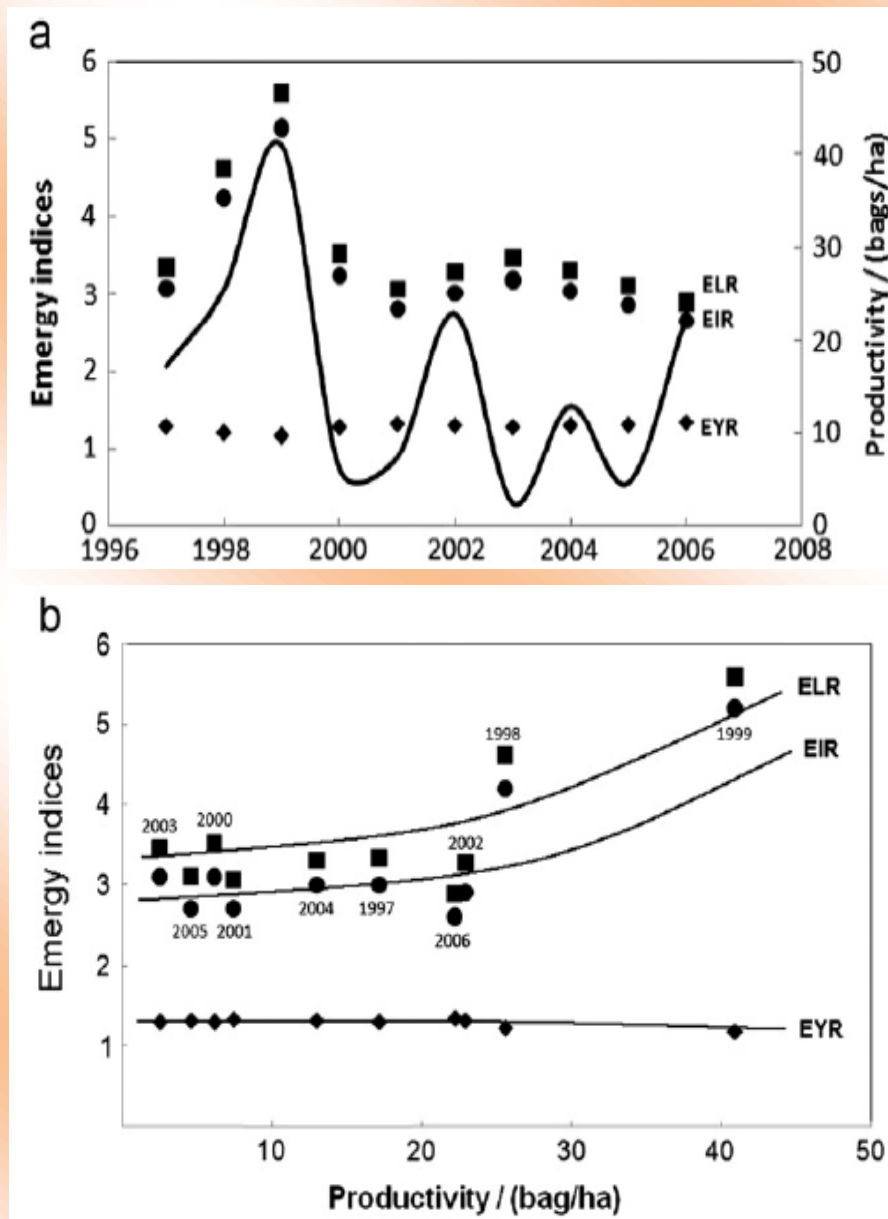


Fig. 4 - (a) Variation of the energy indices from 1997 to 2006. The black line represents the productivity variation along the years; where: Energy Yield Ratio (EYR); Energy Investment Ratio (EIR); and Environmental Load Ratio (ELR). (b) Energy indices as function of Santo Inácio farm productivity. Production is accounted in bags of coffee of 60kg; where Energy Yield Ratio (EYR); Energy Investment Ratio (EIR); and Environmental Load Ratio (ELR).

3.3 Determination of the optimum production model combining productivity and environmental performance

According to Odum (1996), if one evaluates the transformity of processes that have not been running long enough to develop their maximum efficiency for full sustainable production, a higher transformity (or lower efficiency) may be found. Later, after the system is operating at the highest output possible the transformity calculated should be lower (or the efficiency higher). In natural systems, through trial, error and selection, transformities reach the theoretical lower limit (corresponding to the most efficient possible system) reflecting the thermodynamic limits of energy transformation in open systems (ODUM, 1996). On the other hand, coffee production is a man-made system, driven by market demands and depending on different feedback loadings on the production process. The contrast between ESI and the transformity may provide an insight to determine the number of coffee bags to be produced by Santo Inácio farm in order to achieve the lowest transformity and the highest ESI (Fig. 5).

The analysis of Fig. 5 shows that there is an optimum interval for coffee production at Santo Inácio farm ($10 < \text{coffee bags/ha} < 25$), where transformity is low and the environmental performance (ESI) is maximized. If the quantity of coffee bags is lower than 10bags/ha (2000, 2001, 2003 and 2005), the ESI and the transformity are high, indicating high sustainability, but low efficiency. For the point corresponding to 1999, the efficiency is high, but the sustainability index is the lowest of all ten years. Thus, according to this data, Santo Inácio farm should produce approximately 20bags of green coffee per hectare to accomplish its best performance regarding both the production efficiency and the environment.

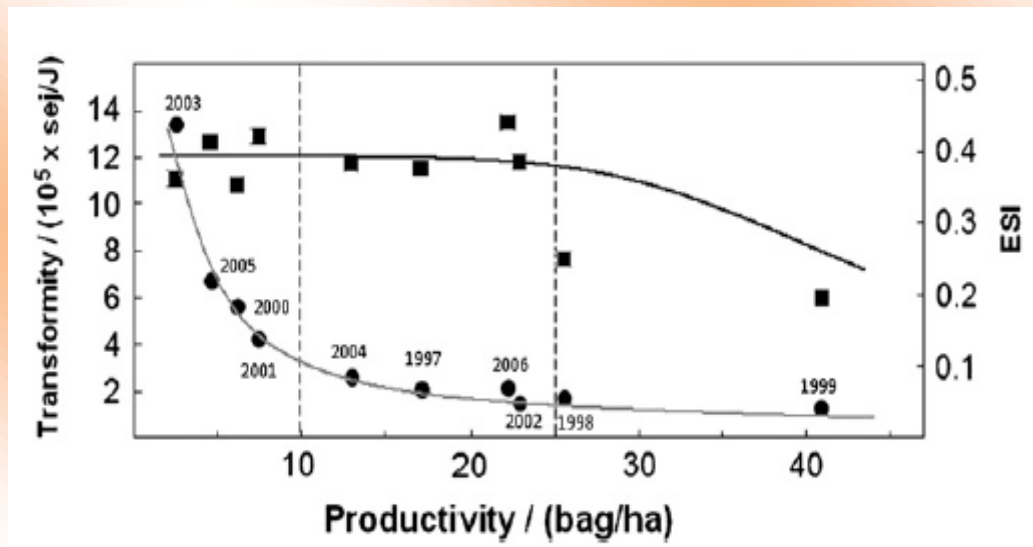


Fig. 5 - Transformity (●) and ESI (■) as function of coffee bags produced in Santo Inácio coffee farm from 1997 to 2006.

Emergy indices are highly dependent on the quality of the energy fluxes that enter the system, but also on the balance among these fluxes. In Fig. 6 (columns), renewable resources and resources from outside the system are shown as percentage terms of the total emergy for each year studied. The quantity of coffee bags produced per hectare (right axis) for each year is represented by the line/symbol graphic, showing also that coffee trees production cycle takes about two or three years (WINTGENS, 2009). The ratio R/F does not vary significantly along the years and, for all years chemical fertilizers and labor are the most important economic resources used for green coffee production. Diesel and lubricants contribute with 3–9% to the total emergy. The higher use of chemical fertilizers in 1998 and 1999 increased the productivity in these years. From 2000 to 2006, the labor component increased, but productivity was lower.

When these results are examined considering the emergy indices obtained for each year, it is easy to understand that the higher use of chemical fertilizers in 1998 and 1999 increases the productivity, but brings down the indices' values. Despite of the R/F ratio being almost constant, when the labor component increases (2000–2006), indices have better values indicating that, from the biosphere's point of view, it should be preferable to invest in a production model that optimizes the use of fertilizers, even if it is necessary to use more labor. In fact, organic production systems were already proposed as an alternative for small producers because of the ability of this agricultural production model of using free natural inputs instead of purchased chemicals (SARCINELLI; ORTEGA, 2004). In this case, one may add that the balance among the driving energy fluxes may also improve the environmental performance of agricultural systems.

It is also worthy to mention that the increasing need for labor can bring a social benefit, provided that the appropriate training is available and that the coffee farmers are encouraged to improve working conditions. This model may be comemore attractive to producers as work, and not chemical fertilizers, becomes a significant portion of their inputs reducing producers' dependence on imported products and technologies, and generating local social well-being and valorizing human capital.

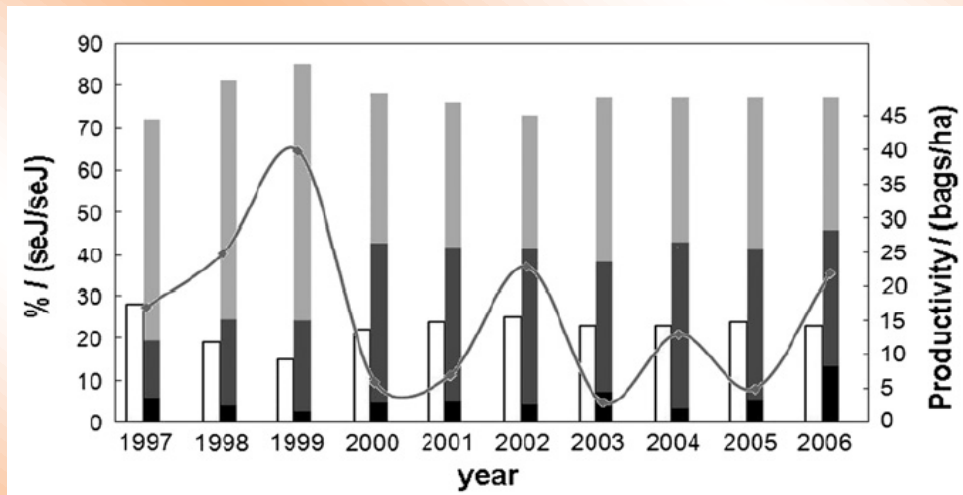


Fig. 6 - In the left axis: percentages of renewable (□) and non-renewable resources used in Santo Inácio farm from 1997 to 2006, where (■) refers to fuels, (■) refers to labor and (■) to the percentage of fertilizers. In the right axis the variation of productivity in bags of 60kg (—■—) is shown for each year.

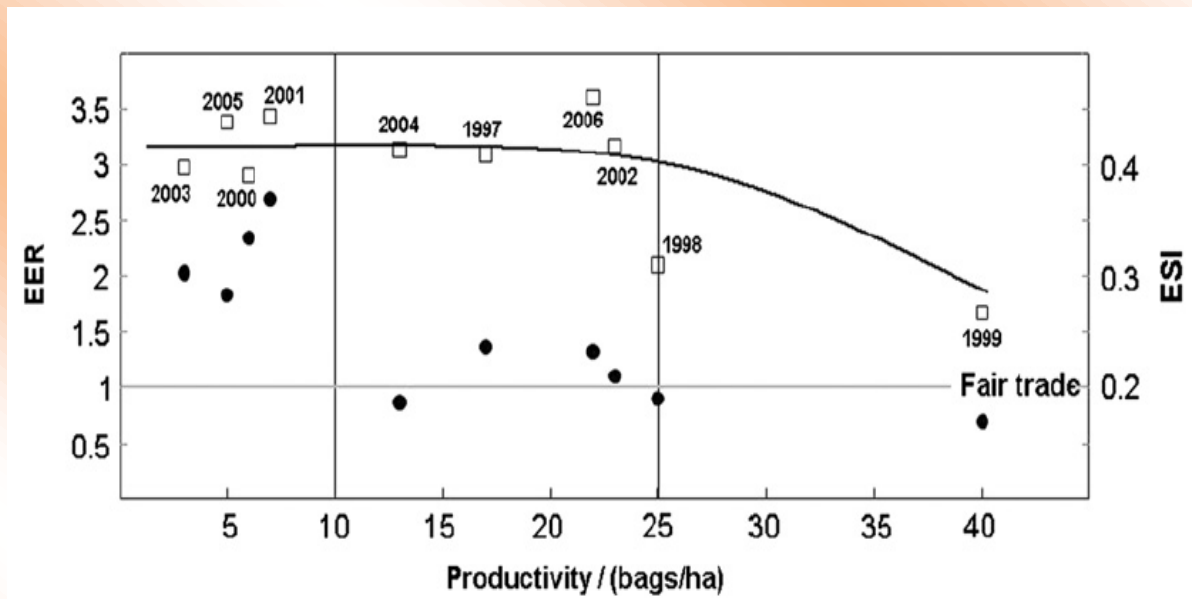


Fig. 7 - In the left axis (●), the energy exchange ratio (EER) of Santo Inácio farm exportations from 1997 to 2006. The average EER for the period is 1.51. In the right axis (□), the environmental sustainability indices for each year.

3.4 Determination of the optimum production model combining sales and environmental performance

All the green coffee produced in the farm is exported. Sales are usually done between harvests, in the months of March and April, with the aim of optimizing the coffee price.

Fig. 7 shows the energy exchange ratio (EER) for trading to the bloc formed by USA, Germany, Italy, Japan and Belgium (left axis). The value of $EER = 1$, represents the equity where there is no benefit economically and environmentally favorable to the producer or the buyer. In the years of 1998, 1999 and 2004 points are below the line $EER = 1$ and this was achieved by combining high productivity and good market prices. But, in 2004, when less fertilizer was used, the ESI is higher. Thus, the best production arrangement was achieved in this year. In the remaining years, the energy exchange ratio reveals that purchasers generally benefit when buying green coffee from Santo Inácio farm. This means that the farm exports much more energy in the green coffee sold than that contained in the money received for the coffee.

In 2001, ESI is high, but the value of $EER = 2.69$ indicates that in this year the farm exported nearly three times more energy for buyers than that associated to the money received as payment. In this year the productivity was very low (7bags/ha) and the market price was also low (US\$80/bag)

compared with the average market price for the ten years studied (US\$ 120/bag). Similar results were obtained for 2000, 2003 and 2005. Results of 1998 and 1999 show that it is possible to procure a fair price for the green coffee sales establishing a relationship between the quantities sold and the market price, but in these years the higher productivity was achieved increasing fertilizers quantities, and ESI was lower. For the years 1997, 1998 and 2006, a good environmental performance was achieved, but the farm exported more energy than that received from buyers due to the low market prices in this period.

These results confirm and complement those obtained by contrasting productivity and environmental performance. Despite of the market prices variation, the optimum interval for Santo Inácio's farm is between 10 and 25 coffee bags/ha.

4 Conclusions

Coffee production in Brazilian savannah (Cerrado) was evaluated using emergy synthesis in order to assess the energy flows that support green coffee production.

It was observed that for each year, the per cent renewable (%R) decreased with the processing of coffee, with coffee production in the field showing the highest values (28% seJ/seJ) and pre-processed coffee the lowest values (19%). In contrast, the environmental loading ratio (ELR) and the emergy investment ratio (EIR) increased for each processing step, with coffee cherries showing the lowest value (2.40), and pre-processed coffee the highest value (4.12). Despite the relatively high use of renewable resources, the plantation phase uses also the highest quantities of resources that come from outside the system, chemical fertilizer and labor being the most important economic resources for coffee production. Diesel and lubricants contribute with less than 10% of the total emergy.

Emergy indices can evaluate coffee production and its relation with the environment, and are indicators of the balance in trade to achieve the best environmental performance combined with the highest local productivity. The assessment of emergy indices as function of the farm's productivity indicated that the higher use of fertilizers increases the local productivity, jeopardizing the global sustainability. When the production is higher than 25bags/ha trade is not favorable to the environment and ESI is low. In contrast, when coffee production is lower than 10bags/ha, trade is not favorable to the coffee producer, as the ESI is high but the production efficiency is low. An optimum interval for coffee production at Santo Inácio farm ($10 < \text{coffee bags/ha} < 25$) was proposed in order to maximize the efficiency of resource use and the environmental performance. This option implies that the farm should decrease the use of fertilizers, which is the main emergy input, choosing a

production model similar to that used to produce high quality organic coffee. High quality coffee uses more labor, but less fertilizer. This means more employment and lower stress to the environment. The same interval was also found as the best for green coffee sales. Even in years in which market prices were not favorable, the quantity of emergy exported to buyers, without payment was lower than that observed for the years with productivity below 10bags/ha.

Emergy synthesis clearly appears to be a powerful tool not only for the evaluation, but also for planning and managing production systems. Results on the environment/productivity trade-off found for the coffee production suggest that a similar trade may occur in other agricultural and nonagricultural systems. This means that the study of the relationship between the environmental performance and productivity of any product, using emergy synthesis, can be use ful to determine the best production model for any production system.

Acknowledgments

The authors thank Mr. Mario Massao Kuwabara, owner of St. Inácio Farm who was a major contributor to this work, and his manager, Mr. Gervânio Luis Pereira, for data supplied and friendly cooperation. This study had financial support from Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Paulista.

References

- Adams, M., Ghaly, A. E., 2007a. Maximizing sustainability of the Costa Rican coffee industry. *Journal of Cleaner Production* 15, 1716–1729.
- Adams, M., Ghaly, A. E., 2007b. Determining barriers to sustainability within the Costa Rican coffee industry. *Sustainable Development* 15, 229–241.
- Agostinho, F., Diniz, G., Siche, R., Ortega, E., 2008. The use of emergy assessment and the geographical information system in the diagnosis of small family farms in Brazil. *Ecological Modelling* 210, 37–57.
- Almeida, C. M. V. B., Barrela, F. A., Giannetti, B. F., 2007. Emergetic ternary diagrams, five examples for application in environmental accounting decision making. *Journal of Cleaner Production* 15, 63–74.
- Baer, W., 2001. *The Brazilian Economy, Growth and Development*. Praeger Publishers, Santa Barbara, CA.

- Bjorklund, J., Geber, U., Rydberg, T., 2001. Emergy analysis of municipal waste-water treatment and generation of electricity by digestion of sewage sludge. *Resources, Conservation and Recycling* 31, 293–316.
- Bonilla, S. H., Guarnetti, R. L., Almeida, C. M. V. B., Giannetti, B. F., 2010. Sustainability assessment of a giant bamboo plantation in Brazil, exploring the influence of labour, time and space. *Journal of Cleaner Production* 18, 83–91.
- Brandt-Williams, S. L., 2002. *Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation*, Folio #4 (2nd printing). <http://www.emergy.org/downloads/Folios/Folio_4.pdf> (accessed August 2011).
- Brown, M. T., Buranakarn, V., 2003. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. *Resources, Conservation and Recycling* 38, 1–22.
- Brown, M. T., Ulgiati, S., 2002. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. *Journal of Cleaner Production* 10, 321–334.
- Brown, M. T., Ulgiati, S., 2010. Updated evaluation of exergy and emergy driving the geobiosphere: a review and refinement of the emergy baseline. *Ecological Modelling* 221, 2501–2508.
- Buenfil, A., 2001. *Emergy Evaluation of Water*. Dissertation presented to the Graduate School of University of Florida.
- CACCER, 2010. Conselho de Associações de Cafeicultores & Cooperativas do Cerrado (Council of Associations of Cerrado's Coffee Growers). <www.cafedocerrado.org> (accessed October 2010).
- Campbell, D. E., 2000. A revised solar transformity for tidal energy received by the earth and dissipated globally: implications for emergy analysis. In: Brown, M. T. (Ed.), *Emergy Synthesis: Theory and Application of the Emergy Methodology*, The Center for Environmental Policy, Gainesville, pp. 255–263.
- Campbell, D. E., Brandt-Williams, S. L., Meisch, M. E. A., 2005. *Environmental Accounting Using Emergy: Evaluation of the State of West Virginia EPA/600/R-02/011*. USEPA, Office of Research and Development, Washington, DC pp. 116.
- Campbell, D. E., 2004. *Financial Accounting Methods to Further Develop and Communicate Environmental Accounting Using Emergy*. In: Brown, M. T. (Ed.), *Emergy Synthesis 3. Proceedings of the Third Biennial Emergy Analysis Conference*, Center for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville.
- Cavalett, O., Ortega, E., 2009. Emergy, nutrients balance, and economic assessment of soybean production and industrialization in Brazil. *Journal of Cleaner Production* 17, 762–771.
- CCAC, 2006. Centro de Café Alcides Carvalho, Instituto Agrônômico IAC. <http://www.iac.sp.gov.br/Centros/Centro_cafe/> (accessed August 2011).

CONAB, 2009. Companhia Nacional de Abastecimento. <<http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do?method=acaoListarConsulta>> (accessed August 2011).

Coltro, L., Mourad, A. L., Oliveira, P. A. P., Baddini, J. P. O., Kletecke, R. M., 2006. Environmental profile of Brazilian green coffee. *International Journal of Life Cycle Assessment* 11,16–21.

Crestana, S., Bartholo, G., Afonso Jr., P. C., Mourão, E. A. B. Sustainable Coffee Economy. <http://www.ico.org/event_pdfs/wcc2/presentations/crestana.pdf> (accessed in November 2009).

Cuadra, M., Rydberg, T., 2006. Energy evaluation on the production, processing and export of coffee in Nicaragua. *Ecological Modelling* 196, 421–433.

de Barros, I., Blazy, J. M., Rodrigues, G. S., Tournebize, R., Cinna, J. P., 2009. Emergy evaluation and economic performance of banana cropping systems in Guadeloupe (French West Indies). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129, 437–449.

De Monte, M., Padoano, E., Pozzetto, D., 2005. Alternative coffee packaging, an analysis from a life cycle point of view. *Journal of Food Engineering* 66, 405–411.

Dong, X., Ulgiati, S., Yan, M., Zhang, X., Gao, W., 2008. Energy and eMerger evaluation of bioethanol production from wheat in Henan Province, China. *Energy Policy* 36, 3882–3892.

Giannetti, B. F., Ogura, Y., Bonilla, S. H., Almeida, C. M. V. B., 2011. Emergy assessment of a coffee farm in Brazilian Cerrado considering in a broad form the environmental services, negative externalities and fair price. *Agricultural Systems* 104, 679–688.

Giannetti, et al., 2011.

Guarnetti, R. L., Bonilla, S. H., Almeida, C. M. V. B., Giannetti, B. F., 2006. Agricultural systems studied by the emergetic ternary diagram, influence of the culture type and the environmental analyst's criteria. In: *Proceedings of the IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering*, São Carlos, São Paulo, Brazil.

Humbert, H., Loerincik, Y., Rossi, V., Margni, M., Jolliet, O., 2009. Life cycle assessment of spray dried soluble coffee and comparison with alternatives (drip filter and capsule espresso). *Journal of Cleaner Production* 17,1351–1358.

Lagerberg, C., Brown, M. T., 1999. Improving agricultural sustainability, the case of Swedish green house tomatoes. *Journal of Cleaner Production* 7, 421–434.

MDIC, 2008. Ministry of Development, Industry and Commerce. <<http://www.mdic.gov.br>> (accessed in December 2008).

NEAD, 2009. National Environmental Accounting Database. <http://sahel.ees.ufl.edu/frame_database_resources_test.php?search_type=basic&country=BRAS>, (accessed in May 2009).

- Odum, H. T., 1996. *Environmental Accounting, Emergy and Environmental decision making*. John Wiley and Sons, New York.
- Odum, H. T., Odum, E. C., 2000. *Modeling for All Scales* Academic Press, San Diego, CA 458pp.
- Paiva, P., May 182000. Economic and social development in Latin America, the Role of coffee. In: *Proceedings of the World Coffee Conference*, Hilton Park Lane, London.
- Panzieri, M., Marchettini, N., Hallam, T. G., 2000. Importance of the *Bradhyrizobium japonicum* symbiosis for the sustainability of a soybean cultivation. *Ecological Modelling* 135, 301–310.
- Pereira, C. L. F., Ortega, E., 2010. Sustainability assessment of large-scale ethanol production from sugarcane. *Journal of Cleaner Production* 18, 77–82.
- Qin, P., Wong, Y. S., Tam, N. F. Y., 2000. Emergy evaluation of Mai Po mangrove marshes. *Ecological Engineering* 16, 271–280.
- Raynolds, L. T., Murray, D., Heller, A., 2007. Regulating sustainability in the coffee sector, a comparative analysis of third-party environmental and social certification initiatives. *Agriculture and Human Values* 24, 147–163.
- Salomone, R., 2003. Life cycle assessment applied to coffee production, investigating environmental impacts to aid decision making for improvements at company level. *Food, Agriculture & Environment* 1, 295-300.
- Sarcinelli, O., Ortega, E., 2004. In: Ortega, E., Ulgiati, S. (Eds.), *Proceedings of IV Biennial International Workshop “Advances in Energy Studies”*.
- Wintgens, J. N., 2009. *Coffee, Growing, Processing, Sustainable Production*. Wiley-VCH, Corseaux, Switzerland.

Tipo de Produção: Periódico

Título do Texto: *Accounting Energy Flows to Determine the Best Production Model of a Coffee Plantation*

Autores: B. F. Giannetti, Y. Ogura, S. H. Bonilla, C. M. V. B. Almeida

Título do Meio de Publicação: *Energy Policy* (2011), doi: 10.1016/j.enpol.2011.09.005

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/enpol

Ano da Publicação: 2011

Total de páginas: 9

Página inicial e página final: 1-9

ISSN: 0301-4215

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Desenvolvimento Sustentável: Contabilidade Ambiental

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

ALINHAMENTO ENTRE ESTRATÉGIA DE NEGÓCIOS E MELHORIA DE PROCESSOS DE SOFTWARE: UM ROTEIRO DE IMPLEMENTAÇÃO

Regina Asato*, Mauro Mesquita Spinola, Ivanir Costa,

Walter Henrique de Farias Silva[†]

*regina.asato@uol.com.br, UNIP, Brasil

mauro.spinola@usp.br, UNIP, Brasil

icosta11@terra.com.br, UNIP, Brasil

walter-henrique@uol.com.br, UNIP, Brasil

Resumo: As ações de melhoria dos produtos e processos de software, para um melhor atendimento dos objetivos de negócio de uma organização, devem estar associadas às estratégias competitivas do mercado. Este trabalho descreve um roteiro que traduz os objetivos estratégicos de organizações de software em indicadores de processo gerenciáveis. O Balanced Scorecard (BSC) é utilizado como base desse roteiro, sendo complementado pelas práticas do modelo Practical Software Measurement (PSM). O estudo está baseado em uma pesquisa bibliográfica dos conceitos e a aplicação de uma pesquisa-ação. A estratégia de pesquisa-ação permite o refinamento do roteiro, o aprendizado dos participantes e a melhoria da aplicação do próprio método. A execução das etapas metodológicas resultou na definição do mapa estratégico e seus desdobramentos em uma organização desenvolvedora de software. O resultado final é um roteiro que permite a implementação do alinhamento estratégico de negócios e a melhoria de processos em organizações desenvolvedoras de software.

Palavras-chave: Estratégia de negócios. Melhoria de processos de software. BSC. PSM.

1. Introdução

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), países como China e Índia estão estreitando as relações na área de software para garantir o posto de países mais favoráveis para a terceirização no setor de tecnologia. Além disso, relatórios do MCT informam que a exportação do produto no Brasil ainda é muito pequena (BRASIL, 2005). Por outro lado, o volume de investimento mundial em software tende a aumentar muito nos próximos anos. Nesse cenário, as organizações brasileiras do segmento buscam implementar modelos de qualidade reconhecidos no mercado internacional visando ao aumento de competitividade e a exportação de software.

A visão da tecnologia da informação (TI) como arma estratégica competitiva tem sido discutida e enfatizada, pois não só sustenta as operações do negócio existentes, como também permite que se viabilizem novas estratégias empresariais (LAURINDO, 2003). Segundo Laurindo (2000), as empresas especializadas em software, por questão de competitividade, buscam utilização de técnicas e ferramentas mais modernas, apresentando maior produtividade no desenvolvimento de sistemas, o que provoca um impacto direto na eficiência dessa atividade. O autor afirma que os investimentos em tecnologia são dirigidos aos negócios, ou seja, o novo software é desenvolvido para atender aos negócios. A necessidade de software torna-se cada vez mais evidente, gerando oportunidade de negócios para os produtores desse segmento.

Em busca da competitividade, as empresas desenvolvedoras de software necessitam investir na melhoria dos seus processos. No entanto, algumas empresas retardam ou adiam o investimento em processos de melhoria de software devido à falta de entendimento sobre como essa implementação pode ser bem-sucedida (GUERRERO; ETEROVIC, 2004).

Os investimentos por iniciativa de uma gerência ou coordenação, realizados de forma isolada, tendem a ser interpretados como custo. Isso ocorre devido à falta de compreensão das áreas de negócio sobre a importância da melhoria do processo de software e pela falta de demonstração de resultados diretos nos negócios da organização. Além disso, os benefícios dos investimentos em implementação de melhoria de processos nem sempre são percebidos imediatamente. Por esse motivo, muitas empresas desistem ou suspendem os investimentos antes de atingir seus objetivos.

Surgem então as seguintes questões:

- Como pode ser feito o alinhamento entre a estratégia e os investimentos em melhorias de processos de software?
- Como planejar e implementar as estratégias adotadas?

A pesquisa bibliográfica, com o intuito de buscar as respostas a esses questionamentos, direcionou os estudos para o Balanced Scorecard (BSC).

O BSC é o modelo proposto por Kaplan e Norton (2004) e trata-se de uma ferramenta que traduz a missão e a estratégia das empresas em um conjunto abrangente de medidas de desempenho. Seu propósito é alinhar as estratégias de unidades de negócio à estratégia corporativa, transformando a missão, a visão e a estratégia da organização em objetivos e metas diferenciados de acordo com quatro perspectivas: financeiras, do cliente, dos processos internos e de aprendizado e crescimento.

O BSC funciona como um painel de controle para visualizar a organização em várias perspectivas de uma só vez. Na base do mapa estratégico temos a perspectiva de aprendizado e crescimento, que identifica os ativos intangíveis mais importantes. Além disso, contribui para que as empresas acompanhem as estratégias adotadas e verifiquem os retornos positivos de modo a

justificar os investimentos.

Os autores afirmam que o modelo permite avaliar até que ponto as unidades de negócio de uma empresa geram valor para os clientes atuais e futuros. Além disso, permite identificar como cada unidade deve aperfeiçoar suas capacidades internas e os investimentos necessários em pessoal, sistemas e processos visando melhorar o desempenho futuro.

O estudo bibliográfico do modelo BSC mostrou a necessidade de pesquisa complementar de modelos de indicadores de desempenho e modelos de planejamento e implementação de processos. Por esse motivo, foram estudados os modelos PSM (Practical Software Measurement) e PMBOK (Project Management Body of Knowledge). As melhores práticas do BSC agregando aspectos críticos relacionadas a gerenciamento de projetos, mudanças, risco e Quality Assurance têm sido tema de outros trabalhos de pesquisa. Segundo Papalexandris et al. (2005), a principal contribuição é detalhar “como” implementar alinhamento estratégico nas organizações utilizando o BSC.

O objetivo desta pesquisa é desenvolver um roteiro para a implementação do alinhamento entre a estratégia de negócios e a melhoria de processos de software em empresas desenvolvedoras de software. Esse roteiro tem como base um quadro teórico resultante da pesquisa bibliográfica e subsídios fornecidos por uma pesquisa-ação.

O texto está dividido em cinco seções incluindo esta. A seção 2 apresenta os conceitos e a fundamentação teórica que trazem subsídios para o processo de implementação do mapa estratégico, seus desdobramentos e indicadores. A seção 3 mostra a metodologia de pesquisa aplicada. A seção 4 apresenta a execução da pesquisa-ação e os resultados obtidos em cada etapa. Finalmente, a seção 5 traz a conclusão deste trabalho.

2. Referencial teórico

Os conceitos apresentados nesta seção permitem compreender e embasar o processo de alinhamento estratégico e a implementação de melhorias de processos. Os conceitos sobre empresas desenvolvedoras de software elucidam a área de atuação, foco desta pesquisa. Os estudos indicaram o BSC (Balanced Scorecard) como modelo de referência do roteiro-base proposto. Para melhor compreensão dos elementos do BSC, foram detalhados também conceitos sobre estratégia e indicadores. O PSM (Practical Software Measurement) foi utilizado na definição do processo de medição e da implementação dos indicadores estratégicos. O PMBOK (Project Management Body of Knowledge) foi utilizado como referência para o planejamento do plano de implementação do processo de melhoria do processo.

2.1. Empresas desenvolvedoras de software

Sommerville (2007) classifica as empresas que atuam neste setor de software como “prestadoras de serviços” ou “desenvolvedoras de produtos”.

Por sua vez, o britânico Department of Trade and Industry (2004) define que esse mercado pode ser dividido entre empresas que prestam serviços de software (para um cliente apenas) e desenvolvedoras de produtos de software (para mais de um cliente). Os produtos de software incluem aplicativos, desenvolvimento de aplicativos e infraestrutura de sistemas. Os serviços de software incluem consultoria em processos e soluções de negócios e em tecnologia da informação, integração de sistemas, terceirização de processos de negócio.

Veloso, Botelho e Gianelli (2003) utilizam o conceito de categorias de produtos, as quais podem ser: software pacote, software customizado e software embutido. As categorias serviços de software incluem terceirização de operações, desenvolvimento de software, integração de sistemas e consultoria especializada.

Os produtos e serviços de software registram altos investimentos em desenvolvimentos que não alcançaram seus objetivos (BRASIL, 2005). A participação no mercado de software de forma competitiva exige mecanismos de gestão empresarial envolvendo questões relacionadas ao planejamento estratégico, programas e sistemas de qualidade, processos de desenvolvimento, pesquisas de expectativas e satisfação do cliente, capacitação de recursos humanos, entre outros. Essas exigências visam garantir o atendimento dos objetivos de negócio da organização, gerando lucro e perenidade. Além disso, muitas organizações têm dificuldades em relacionar as metas de melhoria de processos com as expectativas dos clientes. Portanto, determinar uma base sólida para sustentar os esforços em melhoria de processos (MURUGAPPAN; KEENI, 2003).

Vahaniitty e Rautiainem (2005) afirmam que, para as empresas de software, o sucesso de seus produtos e serviços depende de outros fatores que não apenas o desenvolvimento de software. As preocupações com atualização tecnológica continuam, mas agregam também gerenciamento do portfólio e estratégias de mercado.

Por esse motivo, o alinhamento estratégico torna-se fundamental para que os investimentos em melhoria de processos de software sejam percebidos através de resultados efetivos nos objetivos de negócio da organização.

Esta pesquisa propõe o desenvolvimento de um roteiro para a implementação do alinhamento entre a estratégia de negócios e a melhoria de processos de software em empresas desenvolvedoras de software. O BSC, cujo conceito é apresentado a seguir, foi aplicado como o modelo de referência do roteiro proposto.

2.2. BSC – Balanced Scorecard

O BSC é um efetivo e compreensivo método para ajudar as organizações a alinhar objetivos estratégicos e indicadores de desempenho (MAIR, 2002). Tal afirmação sugere que, para o melhor entendimento do BSC, os conceitos de estratégia e indicadores de desempenho devem ser abordados.

Porter (1986) afirma que ter uma estratégia é a única forma de garantir uma posição singular e diferenciada que permite enfrentar os rivais. Enfatiza ainda que, devido à pressão pela hiper-competição, as empresas estão se limitando a copiar seus concorrentes ao invés de elaborar uma estratégia.

Na visão de Montgomery e Porter (1998), a essência da formulação estratégica é lidar com a competição. Destacam como elementos da competição na luta por participação de mercado: os clientes, os fornecedores, os novos entrantes em potencial e os produtos substitutos.

Para Kaplan e Norton (2004), a implementação da estratégia começa pela capacitação e envolvimento das pessoas que devem executá-la. Os autores afirmam que os sistemas de mensuração das organizações determinam o comportamento dos gerentes e empregados. Os indicadores contábeis e financeiros tradicionais (retorno de investimento e lucro por ação) podem ser interpretados de forma enganosa, quando se trata de atividades exigidas pelo ambiente competitivo da atualidade, que requer melhoria contínua e inovação. Os indicadores tradicionais atenderam bem na era industrial, mas estão defasados para o momento atual.

Muscat e Fleury (1993) afirmam que um estudo sobre indicadores da qualidade e produtividade na indústria brasileira mostrou que a escolha dos indicadores para medição e monitoramento está diretamente vinculada à estratégia competitiva definida pela empresa e aos fatores críticos e sucesso (FCSs). Os FCSs são os fatores identificados pela organização nos quais deseja ser bem-sucedida e, necessariamente, ter bons resultados. Uma vez identificados os FCSs do negócio deve-se relacioná-los aos requisitos de negócio para TI (FERNANDES; ABREU, 2006).

Para Kaplan e Norton (2004), os FCSs remetem aos indicadores de gestão da empresa. Quando se identificam os FCSs, estão sendo identificadas as variáveis que devem ser mensuradas e, se possível, aperfeiçoadas, para alcançar os objetivos da empresa através de sua estratégia competitiva.

Segundo Pressman (1992), as medições são necessárias para determinar se o processo está melhorando ou não. Os indicadores possibilitam o estabelecimento de metas quantificadas, bem como a análise crítica do desempenho para tomada de decisão e replanejamento (TAKASHINA; FLORES, 1999).

Na visão de Kaplan e Norton (2004), os indicadores possibilitam acompanhar o andamento de um processo e identificar problemas e riscos em potencial antes de se tornarem críticos. Permitem,

ainda, controlar qualidade e produtividade, obtendo informações importantes para a eficiência de um processo e auxílio na tomada de decisões. Portanto, a definição dos indicadores é de suma importância, pois uma escolha inadequada poderá levar a conclusões errôneas. Os autores afirmam que uma das mais sérias deficiências da maioria das empresas é relacionar a estratégia a longo prazo às ações a curto prazo. Afirmam ainda que ter um bom planejamento estratégico não é suficiente para garantir que as ações de implementação ocorrerão como desejadas.

Para os autores, o sistema de medição deve tornar explícitas as relações entre os objetivos e as medidas nas várias perspectivas para que elas possam ser gerenciadas e validadas. A cadeia de causa e efeito deve permear todas as quatro perspectivas de um balanced scorecard. A relação de causa e efeito garante um encadeamento entre os objetivos das perspectivas de modo a refletir as relações de causa e efeito assumidas na formulação das estratégias.

Kaplan e Norton (2004) propuseram também o mapa estratégico definido como uma arquitetura genérica para a descrição da estratégia de maneira coesa, integrada e sistemática. Em outras palavras, o mapa estratégico fornece uma representação visual dos objetivos estratégicos de uma organização, bem como as relações de causa e efeito entre elas.

O modelo BSC recomenda gerar e monitorar indicadores de desempenho, mas não detalha como executar essa tarefa. O PSM, cujo conceito é apresentado a seguir, detalha as atividades a serem executadas para a elaboração do plano de medição. A contribuição desse modelo é fundamental para o roteiro proposto nesta pesquisa. O roteiro proposto aplica os processos do PSM na definição dos indicadores que devem ser monitorados pela organização. Por sua vez, esses indicadores estão alinhados com as estratégias de negócio da organização. As estratégias de negócios foram traduzidas em objetivos estratégicos utilizando os conceitos do BSC.

2.3. PSM – Practical Software Measurement

Existem vários processos de medição de software propostos na literatura e aplicados na prática. No entanto, sua aplicação alinhada à estratégia da organização ainda levanta muitas dúvidas, sobretudo referentes ao alinhamento com as definições estratégicas propostas em modelos como o BSC. Este trabalho propõe a aplicação dos conceitos do PSM na definição dos indicadores visando oferecer um método para a implementação de um plano de medição consistente.

Segundo Shibuya (2007), a implementação do BSC sugere a identificação de indicadores de desempenho para que estes sejam constantemente avaliados e monitorados por todos os envolvidos. Esse método contribui para uma análise constante e periódica das metas propostas, permitindo um controle amplo e objetivo. Dessa forma, os envolvidos podem analisar os resultados que estão efetivamente sendo alcançados pela organização.

Card (2003) propõe a integração do PSM com o BSC comparando a lista de categorias de informação com as quatro perspectivas apresentadas por Kaplan e Norton (2004).

O PSM é o modelo que foi elaborado e vem sendo atualizado por renomados profissionais da área de Software Process Improvement como John McGarry, David Card e Beth Layman. O PSM foi utilizado como base para a elaboração da Process Area Measurement and Analysis do CMMI (PRACTICAL..., 2006). O PSM foi formalizado através do padrão ISO/IEC 15939 – Software Engineering – Software Measurement Process Framework.

O PSM é um modelo para a estruturação da atividade de mensuração em um projeto de software (CARD, 2003). Na prática, o PSM define como especificar formalmente as medidas a serem utilizadas e como conduzir o processo de medição. Esses objetivos são atingidos através de dois modelos: o modelo de informação e o modelo de processo.

O modelo de informação do PSM é uma estrutura para a definição das medidas a serem utilizadas em um projeto. O modelo define os seguintes conceitos:

- Atributo – propriedade relevante do ponto de vista das necessidades de informação;
- Método – operação que mapeia o atributo para uma escala;
- Medida Básica – valor resultante da aplicação do método a um atributo;
- Função – algoritmo que combina duas ou mais medidas básicas;
- Medida derivada – valor resultante da aplicação da função;
- Modelo – algoritmo combinando medidas e critérios de decisão;
- Indicador – estimativa ou avaliação que provê uma base para a tomada de decisão.

O modelo de processo do PSM direciona a condução das atividades de medição em um projeto de desenvolvimento de software. O processo envolve os seguintes subprocessos:

- Planejar mensuração – compreende as atividades de identificar e priorizar as necessidades de informação; selecionar e especificar as medidas; integrar mensuração aos processos dos projetos. O PSM define as informações nas seguintes categorias: prazo e progresso, recursos e custo, tamanho e estabilidade do produto, qualidade do produto, performance do processo, eficácia da tecnologia e satisfação do cliente. O PSM inclui tabelas de correspondência entre as categorias de informação, conceitos mensuráveis e medidas candidatas;
- Executar mensuração – abrange as atividades de coletar e processar dados, analisar dados, produzir recomendações;
- Avalizar mensuração – compreende as atividades de avaliar medidas, avaliar o processo de mensuração, atualizar a base de experiência, identificar e implementar melhorias;
- Estabelecer e sustentar o comprometimento.

2.4. PMBOK – Project Management Body of Knowledge

No BSC é prevista a etapa de identificar os planos de ação para cada objetivo estratégico. Segundo Kaplan e Norton (2004), é comum a identificação de um número incontável de ações a serem executadas. A proposta é aplicar os conceitos do PMBOK para executar o planejamento detalhado de cada plano. Dessa forma, será possível obter informações consistentes para apoio à tomada de decisão na priorização dos planos de ação.

Segundo o PMBOK (PROJECT..., 2008), um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único.

Na visão de Possi (2004), o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto para que se possa alcançar o que os interessados (stakeholders) no projeto desejam e as expectativas do projeto como um todo.

O PMBOK é um guia chamado de “corpo de conhecimento em gerência de projetos”, que descreve a somatória de conhecimentos e melhora as práticas dentro da gerência de projetos (PROJECT..., 2008). O PMBOK padroniza os termos utilizados na gerência de projetos. É um material genérico que serve para gerenciar projetos de todas as áreas de conhecimento, ou seja, tanto para a construção de um edifício como para a produção de software.

O PMBOK foi criado pelo PMI (Project Management Institute), uma associação de profissionais de gerenciamento de projetos que existe desde 1969. Essa associação criou, em 1986, a primeira versão do PMBOK. Segundo o PMBOK, a meta do gerenciamento de projetos é conseguir exceder as necessidades e expectativas dos stakeholders. Porém, satisfazer ou exceder essas necessidades envolve um balanceamento entre as várias demandas concorrentes em relação ao escopo, tempo, custo e qualidade (objetivos do projeto); stakeholders com necessidades e expectativas diferenciadas; requisitos identificados (necessidades) e requisitos não identificados (expectativas).

O PMBOK organiza os processos de gerenciamento de projetos em cinco grupos, cada um contendo um ou mais processos:

- Processos de iniciação – autorização do projeto ou fase;
- Processos de planejamento – definição e refinamento dos objetivos e seleção da melhor alternativa de ação para alcançar os objetivos do projeto;
- Processos de execução – coordenar pessoas e outros recursos para realizar o plano;
- Processos de controle – assegurar que os objetivos do projeto estejam sendo atingidos, tomando ações corretivas quando necessárias;
- Processos de encerramento – formalizar a aceitação do projeto ou fase e encerrá-lo de uma forma organizada.

Os processos do PMBOK estão organizados em nove áreas de conhecimento, e dentro dessas áreas os cinco grupos de processos acima descritos podem ocorrer. Cada uma das nove áreas de conhecimento possui seus processos, que são ligados por suas entradas e saídas. Cada processo pode ser descrito por suas entradas, que são definidas como documentos ou itens documentáveis que influenciarão o processo. As ferramentas e técnicas são representadas pelos mecanismos aplicados às entradas para gerar as saídas; e as saídas, pelos documentos ou itens documentáveis resultantes do processo. As nove áreas são: integração, comunicação, qualidade, escopo, custo, tempo, risco, recursos humanos e aquisição.

3. Abordagem metodológica

A metodologia deste trabalho inicia-se com um levantamento bibliográfico para a compreensão dos conceitos. Com base neste levantamento foi elaborado o roteiro-base proposto, visando a implementação do alinhamento estratégico de negócios com a melhoria de processo de software. O estudo inicial das estratégias metodológicas levou à escolha da pesquisa-ação, pois Thiollent (2005) afirma que esta permite dar ao pesquisador e ao grupo de participantes os meios de se tornarem capazes de responder com maior eficiência aos problemas da situação em que vivem, sob a forma de diretrizes de ação transformadora.

Segundo Thiollent (2005), as fases de uma pesquisa-ação são flexíveis e proporcionam a execução de uma sequência cíclica de fases em função das circunstâncias e da dinâmica do grupo de pesquisa em relação à situação investigada. A aplicação da abordagem de uma pesquisa-ação permitiu o refinamento gradativo do roteiro, o aprendizado dos participantes e a melhoria da aplicação do próprio método. Nessa metodologia, os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. As fases definidas por Thiollent (2005) para projetos de pesquisa-ação foram adaptadas visando atender as necessidades deste trabalho. O Quadro 1 apresenta a estrutura da pesquisa-ação deste estudo. A estrutura foi adaptada utilizando como base os processos do PMBOK. O quadro apresenta, também, as atividades que devem ser executadas em cada processo e a cobertura em relação às fases propostas por Thiollent.

Este artigo relata as principais atividades da pesquisa-ação. Ao selecionar a unidade de análise apropriada, os critérios recomendados para a implementação do BSC foram considerados. A escolha considerou uma unidade de negócios com atividades de vendas, operações, marketing e serviços, que tem clientes próprios e medidas de desempenho financeiro.

A empresa foco desta pesquisa atua no mercado de software nacional desde 1993 e tem representação no mercado internacional desde 1998. É composto por seis unidades de negócios que possuem produtos e serviços próprios com clientes e objetivos estratégicos independentes. A unidade de análise escolhida foi a Strategic Products. Esta unidade oferece soluções de software como produtos para o mercado financeiro. Definiu em seu planejamento estratégico oferecer soluções que atendam às resoluções estabelecidas pelo Banco Central como o risco operacional. A motivação da unidade negócio em participar desta pesquisa encontra-se na afinidade do assunto com um dos produtos oferecidos pela unidade. Os critérios estabelecidos pela empresa para a escolha a unidade de análise foram: importância representativa para a organização, expectativa de crescimento e meta de aumentar a satisfação do cliente.

Quadro 1. Estrutura de processos e atividades da pesquisa-ação.

Processos PMBOK	Atividades da pesquisa-ação adaptada	Fases da pesquisa-ação por Thiollent
1. Iniciação	1.1. Objetivo da pesquisa	O problema
	1.2. Questões da pesquisa	O problema
	1.3. Proposição do estudo	A hipótese
	1.4. Seleção da unidade de análise	O campo de observação
	1.5. Caracterização da empresa	O campo de observação
2. Planejamento	2.1. Definição da equipe de pesquisa	O seminário
	2.2. Obtenção do comprometimento da equipe sobre o processo a ser investigado	O seminário
	2.3. Elaboração do macro-planejamento da pesquisa	O seminário
	2.4. Planejamento dos ciclos da pesquisa-ação	O seminário
	2.5. Definição do cronograma das atividades e metas a serem alcançadas	O seminário
	2.6. Detalhamento do planejamento do ciclo da pesquisa	O seminário
3. Execução	3.1. Execução do planejamento do ciclo da pesquisa	Coleta de dados
	3.2. Coleta dos documentos de evidências	Coleta de dados
	3.3. Elaboração do relatório de pesquisa	Coleta de dados
	3.4. Interpretação das evidências	Coleta de dados
4. Controle	4.1. Registro das lições aprendidas	Aprendizagem
	4.2. Aplicação do questionário aos envolvidos	Saber formal e informal
	4.3. Divulgação dos resultados parciais	Divulgação dos resultados
	4.4. Refinamento do roteiro-base	Plano de ação
5. Encerramento	5.1. Elaboração do roteiro final	Plano de ação
	5.2. Encerramento da pesquisa-ação	Divulgação dos resultados

Fonte: os autores.

A equipe definida para a condução e execução desta pesquisa foi composta por: um pesquisador; um diretor executivo e três coordenadores. Os participantes da pesquisa tinham como perfil: graduação em Ciências da Computação, especialização em Gestão de Projetos e Negócios e mestrado em Engenharia de Produção (em andamento); profissionais na faixa etária entre 30 e 50 anos com tempo de serviço variando de 2 a 10 anos na empresa; área de atuação foi, na sua maior parte, em desenvolvimento de sistemas, além de cinco anos em consultoria de processos de software.

A participação de um dos autores como pesquisador foi possível devido ao longo tempo de relacionamento com a empresa. A atuação se deu desde o planejamento preliminar da pesquisa até a finalização deste trabalho.

A aplicação da abordagem de uma pesquisa-ação permitiu o refinamento gradativo do roteiro-base, o aprendizado dos participantes e a melhoria da aplicação do próprio método. Ao término da execução das sequências cíclicas foi obtido o roteiro final objeto deste trabalho. No macroplanejamento, a realização de dois ciclos da pesquisa-ação foi definida:

- Ciclo de implementação do BSC na unidade de negócios selecionada. Para o atendimento do escopo e tempo desta pesquisa foi selecionado um plano de ação para a execução dos demais ciclos da pesquisa-ação;
- Ciclo de implementação do plano de ação priorizado. Foi priorizado o plano de implementação do processo de gerência de requisitos (baseado na área de processo REQM – Requirements Management by CMMI – Capability Maturity Model Integration).

4. O desenvolvimento do roteiro proposto

Esta seção apresenta os principais passos da execução da pesquisa-ação, cujo foco central foi o refinamento do roteiro proposto. Apresenta ainda as percepções e resultados registrados em cada etapa. A Figura 1 apresenta um diagrama de atividade contendo as etapas do roteiro proposto.

O roteiro está estruturado nas etapas do BSC propostas por Kaplan e Norton:

- Arquitetura de indicadores, cujo objetivo é definir a arquitetura de indicadores;
- Objetivos estratégicos, cujo objetivo é obter o consenso em função dos objetivos estratégicos;
- Escolha e elaboração dos indicadores, cujo objetivo é escolher e elaborar os indicadores;
- Plano de implementação, cujo objetivo é elaborar o plano de implementação.

Nas atividades referentes à escolha e elaboração dos indicadores (Figura 1), estão agrupadas as atividades de definir indicadores. Essas atividades foram adaptadas do PSM conforme descrito na seção Referencial Teórico deste artigo. Nas atividades referentes a plano de implementação foi agregada ao roteiro a aplicação dos conceitos da área de planejamento do PMBOK. O objetivo é obter informações como tempo e custo como resultado do planejamento dos planos de ação e utilizar esses critérios na tomada de decisão sobre a priorização dos mesmos.

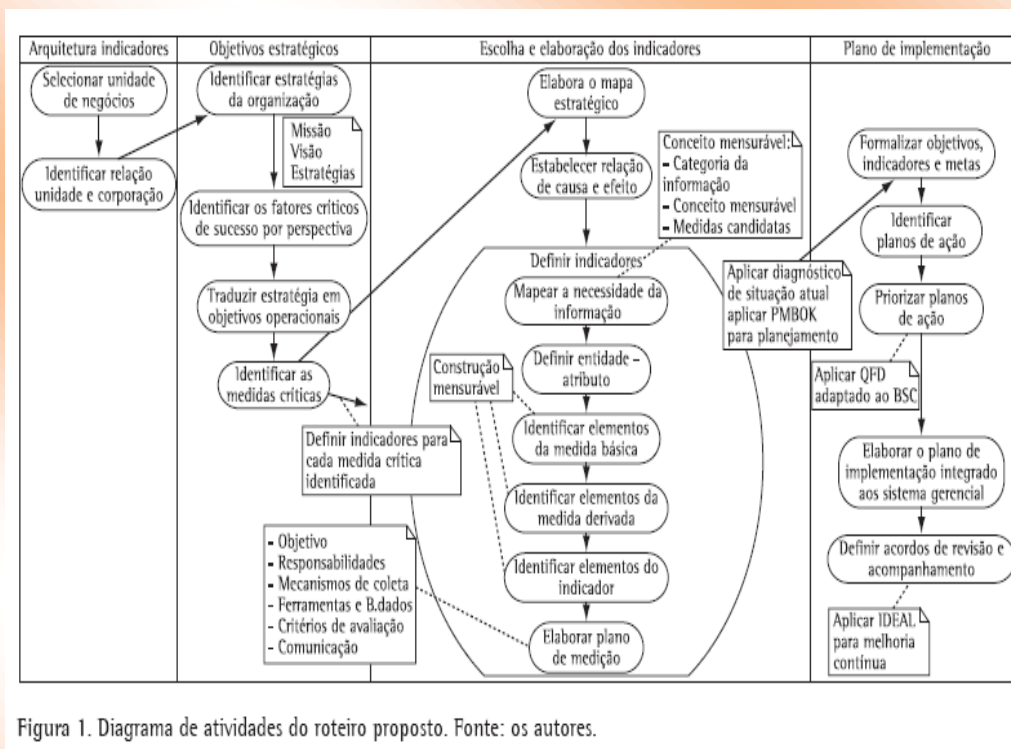


Figura 1. Diagrama de atividades do roteiro proposto. Fonte: os autores.

4.1. Execução e controle da pesquisa-ação – 1º ciclo

O ciclo da pesquisa-ação referente à implementação do BSC foi planejado para execução das seguintes atividades:

4.1.1. Kickoff – Reunião de início das atividades

Nessa atividade foram definidos os objetivos da implementação do BSC na unidade de negócio, a periodicidade das reuniões e a base documental necessária em cada etapa, além de se reforçar o conceito da pesquisa-ação. O grupo concordou que a priorização das decisões teria como critério principal o tempo a ser gasto, pois a pesquisa não poderia sofrer prorrogações. O esclarecimento das atividades das próximas etapas foi fundamental para seu planejamento e execução.

Os acordos firmados nessa etapa foram muito importantes, pois as discussões se alongavam e as decisões eram constantemente alteradas. Thiollent (2005) afirma que a pesquisa-ação promove ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas envolvidas na situação investigada. Um dos envolvidos relatou que as discussões, por vezes, eram retomadas em momentos informais, espontaneamente, demonstrando um real envolvimento dos participantes.

4.1.2. Definição da arquitetura de indicadores

Nessa etapa foram esclarecidos os motivos da escolha da unidade organizacional e estudada a missão e estratégia da empresa. Houve pontos de não entendimento ou interpretação diversa, e fizeram-se necessários o alinhamento e o envolvimento da alta administração para esclarecimento.

Os questionamentos propostos pelo BSC referentes aos objetivos financeiros e políticas internas e externas geraram necessidade de refinamento no plano de negócios da unidade. A Figura 2 ilustra a estrutura organizacional da unidade de negócios pesquisada.

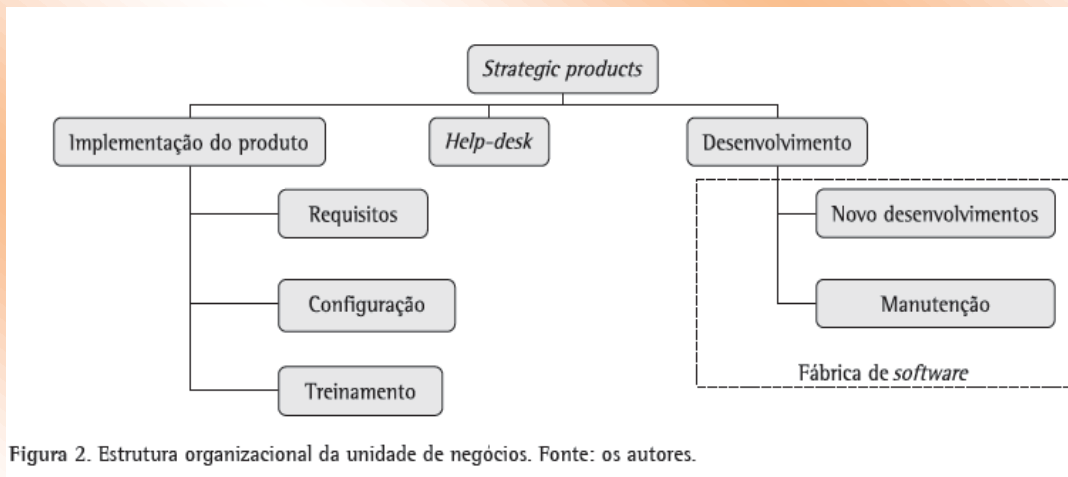
A unidade está estruturada em três células. A primeira é responsável pela inovação dos produtos através da identificação das necessidades de customização do produto. É responsável, ainda, por manter as versões do produto devidamente documentadas e pelo treinamento dos usuários na utilização do produto.

A segunda célula refere-se ao atendimento de clientes. Após a implementação do produto, os clientes são orientados a utilizar o serviço de Help-Desk como canal de comunicação referente a dúvidas de utilização ou não conformidade do produto.

A terceira célula é responsável pela implementação do código do produto. Ela é acionada pelas duas primeiras células, pois existem solicitações de novos desenvolvimentos ou manutenções evolutivas ou corretivas. Caso a demanda seja superior à capacidade produtiva da célula, a fábrica de software é acionada para atender a demanda.

Houve muita discussão sobre os papéis e responsabilidades das células. O que foi percebido é que no dia a dia havia sobreposição de responsabilidades e por vezes todos executavam um pouco de tudo. Esse alinhamento trouxe benefícios imediatos para a operação.

Nessa etapa ficou acordado que as reuniões seriam preparadas e executadas de forma objetiva, evitando longas discussões sem resultados efetivos. O foco é bastante importante para o melhor aproveitamento do tempo dedicado pelos participantes. A formalização das decisões era distribuída a todos antes do próximo encontro. A seriedade do trabalho reforçou o compromisso dos participantes, pois nem todos puderam comparecer a todas as reuniões. A utilização de documentos previamente formatados contribuiu na objetividade dos produtos a serem gerados nas reuniões.



O Quadro 2 apresenta o roteiro proposto para a etapa 1 com o desdobramento das atividades e os produtos previstos.

4.1.3. Obtenção do consenso sobre os objetivos estratégicos

Segundo Kaplan e Norton (2004), o principal objetivo nessa etapa é debater a declaração de missão, visão e fatores críticos de sucesso e de estratégia da unidade até que o consenso seja alcançado.

Nessa etapa foram abordadas questões sobre o crescimento do mercado, ofertas e inovações tecnológicas. A empresa pesquisada utilizava informações de uma renomada organização de pesquisas mercadológicas como referência. Nesse material foram identificados os três principais concorrentes e analisados os diferenciais de cada um em relação aos produtos oferecidos pela unidade de negócios.

Os conceitos sobre missão, visão e objetivos estratégicos do BSC foram apresentados. O reforço e o alinhamento sobre cada conceito foram necessários, pois geraram muito questionamento no momento de sua definição.

O Quadro 3 ilustra a declaração da missão da organização, a missão e a estratégia da unidade de negócios conforme consenso do grupo.

Nessa etapa, Kaplan e Norton (2004) recomendam identificar as questões sobre os problemas, riscos e conflitos na implementação. Os potenciais conflitos entre as unidades de negócios da empresa foram considerados, assim como o conflito nas parcerias estratégicas estabelecidas pela organização.

Thiollent (2005) afirma que um dos objetivos da pesquisa-ação é aumentar o conhecimento dos envolvidos sobre determinadas situações. A necessidade de alinhamento sobre os modelos de processos que a empresa determinou como referência da política de qualidade levaram à realização

de workshops extras sobre RUP (Rational Unified Process), REQM (Requirements Management) e CMMI (Capability Maturity Model Integration).

O Quadro 4 ilustra os objetivos estratégicos para cada perspectiva.

Os fatores críticos de sucesso e as medidas críticas por perspectiva foram exaustivamente discutidos. As percepções e entendimento dos participantes eram diferentes, o que levou a longas discussões. Outra questão importante foi a necessidade de restrição da quantidade dos fatores críticos e medidas. Surgiram muitas dúvidas sobre como medir e quais medidas estabelecer.

O Quadro 5 ilustra os fatores críticos de sucesso e as medidas críticas identificados para a unidade de negócios nas quatro perspectivas propostas pelo BSC.

Nessa etapa percebeu-se que ter acesso à informação da estratégia da organização motivou a equipe. Ficou claro para todos que a organização possui as estratégias traçadas, mas existe falha na sua comunicação. O modelo do BSC contribuiu na identificação de pontos a detalhar no plano de negócios da organização e na comunicação dessas estratégias aos níveis da organização.

As reuniões periódicas com a diretoria da empresa foram realizadas para posicionamento sobre o andamento da pesquisa. A diretoria percebeu que a implementação dessas etapas do BSC contribuiu para a institucionalização das políticas estabelecidas pela organização. As atividades e etapas estabelecidas pelo BSC permitiram o entendimento gradativo dos conceitos e conseqüentemente o refinamento do mapa estratégico e indicadores.

O Quadro 6 apresenta o roteiro proposto para a etapa 2 com o desdobramento das atividades e os produtos previstos.

Quadro 2. Etapa 1 do roteiro proposto.

Etapa	Atividades	Produto
1. Definição da arquitetura de indicadores	1.1. Selecionar a unidade organizacional adequada - Identificar uma unidade que permita inovação, operações, <i>marketing</i> , vendas e serviços	Caracterização da unidade de negócio
	1.2. Identificar as relações entre a unidade de negócios e a corporação para: - Entender a missão e a estratégia da organização; - Identificar objetivos financeiros (crescimento, lucratividade, fluxo de caixa, volume de extração); - Identificar políticas internas e externas (segurança, ambiente, funcionários, qualidade, competitividade de preço e inovação)	Organograma Alinhamento sobre as políticas da organização

Fonte: os autores.

4.1.4. Escolha e elaboração dos indicadores

A atividade de estabelecer a relação de causa e efeito entre os objetivos proporcionou a revisão e o ajuste destes. O mapa estratégico preliminar foi apresentado e validado com o grupo. A Figura 3 ilustra o mapa e análise de correlação entre os objetivos.

Quadro 3. Declaração da visão estratégica.

Qual é a nossa visão de futuro?	
Declaração de missão da organização	Nosso propósito é tratar a informação do ponto de vista tecnológico, indo ao encontro dos anseios desafiadores da sociedade. Cremos que seremos vitoriosos estimulando os nossos talentos humanos e excedendo a satisfação de nossos clientes.
Declaração de missão da unidade de negócio	Modernizar e capacitar as empresas em gestão estratégica e tática, assim como, tornar-se uma referência deste assunto no mercado
Estratégia da unidade	1. Foco no risco operacional das instituições financeiras; 2. Foco em risco operacional de outros segmentos; 3. Criar uma oferta de produtos diferenciada; 4. Alinhar consultoria de negócios às soluções.

Fonte: os autores.

Quadro 4. Declaração dos objetivos estratégicos.

Objetivos			
Perspectiva financeira	Perspectiva do cliente	Perspectiva interna	Inovação e aprendizado
Aumentar a rentabilidade	Perceber a satisfação do cliente	Aumentar eficiência no atendimento	Programa de treinamento
Aumentar a receita	Retener o cliente	Aumentar eficácia na gestão dos serviços	Desenvolver e formar talentos
	Conquistar novos clientes	Potencializar o benefício em relação ao custo	Programa de Retenção e fidelização de colaboradores

Fonte: os autores.

Quadro 5. Fatores críticos de sucesso e medidas da unidade de negócios.

Se a nossa missão for bem sucedida onde nos diferenciaremos?	Para acionistas Perspectiva financeira	Para clientes Perspectiva do cliente	Nos processos internos Perspectiva interna	Na capacidade de inovar e crescer Inovação e aprendizado
Quais os fatores críticos de sucesso?	Crescimento da receita recorrente	Perceber atitude de parceria e ser lembrado	Oferecer solução diferenciada	Solução que abrange sistema e consultoria - agilidade no lançamento
	Rentabilidade	Aumentar a carteira de clientes no segmento financeiro	Melhoria no atendimento do cliente (<i>Help-Desk</i>)	Estabelecer parcerias de solução e de negócios
		Expandir clientes em outros segmentos	Custo e benefício Revisão do preços de ferramenta e serviços	Capacitação da equipe
Quais são as nossas medidas críticas?	Receita mensal (vendas e manutenção)	Número atual de clientes e estabelecer meta de crescimento	Número de solicitações e nível de severidade (definição da política de atendimento) - horas/custos gasto no atendimento	Mapa de competência da equipe (Quantidade de recursos por perfil)
	Margem líquida Margem bruta	Participação em faturamento no cliente Nível satisfação	Identificar concorrentes fora do cliente	Horas de capacitação da equipe em novas tecnologias Horas de capacitação da equipe no produto

Fonte: os autores.

No modelo proposto pelo BSC, os indicadores são relacionados aos objetivos nessa etapa. Na prática, foi observada a necessidade de aplicar os conceitos do PSM já nessa etapa, facilitando a

transformação de medida crítica em medida básica e posteriormente em indicador. O Quadro 7 apresenta o scorecard da estratégia preliminar definido para a unidade de negócios.

Observe no Quadro 7 que o indicador investimentos no processo de melhoria de software foi definido na perspectiva de processos internos.

Thiollent (2005) afirma que o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou pelo menos esclarecer os problemas da situação observada. Durante o workshop, foi relatado por um dos integrantes da equipe sobre o constante questionamento de clientes referente aos seus direitos na aquisição do software ou serviços. A evolução dessa discussão fez o grupo concluir que havia fragilidade no processo referente à definição do escopo dos contratos. Aplicando-se os conceitos do PSM, o indicador investimentos no processo de melhoria de software foi refinado para cumprimento de escopo. O conceito de indicador de BSC foi relacionado ao conceito necessidade de informação do PSM.

No PSM são definidas as seguintes informações: necessidade da informação, entidade-atributo, categoria da informação, conceito mensurável e medidas candidatas. O Quadro 8 ilustra as informações obtidas no mapeamento sugerido pelo PSM.

Os elementos solicitados pelo PSM referentes à identificação e caracterização na definição da medida básica funcionaram como questionamentos na escolha e estruturação das medidas. Os conceitos do PSM permitem a validação das medidas críticas proposta pelo BSC e análise de relevância das medidas básicas.

O Quadro 9 apresenta o scorecard da estratégia refinado com a aplicação dos conceitos do PSM.

A importância de manter o foco nos objetivos e indicadores relevantes mais uma vez foi observada, pois surgiram muitas idéias e sugestões de controles. Foi necessário estabelecer o consenso novamente sobre a quantidade de informações que seriam coletadas e analisadas. O diretor executivo da unidade de negócio foi eleito como responsável pela tomada de decisão nos momentos de impasse para que o tempo fosse cumprido.

Os elementos solicitados pelo PSM referentes ao registro e à coleta dos dados permitiram o questionamento sobre a relevância das medidas básicas. Um workshop para discussão e validação do mapa estratégico, objetivos estratégicos e indicadores foi realizado. O embasamento dos indicadores gerados foi fundamental para a obtenção de consenso. O envolvimento dos responsáveis pela integração entre a coleta de dados e os sistemas gerenciais da organização deve ocorrer no momento da definição das medidas críticas. A obtenção dos dados impacta diretamente o plano de implementação do BSC. Portanto, qualquer problema na coleta de dados torna-se risco para o plano de implementação e a sua solução deve ser priorizada.

Quadro 6. Etapa 2 do roteiro proposto.

Etapa	Atividades	Produto
2. Obtenção do consenso sobre os objetivos estratégicos	<p>2.1. Identificar estratégias da organização:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar a primeira série de entrevistas para: <ul style="list-style-type: none"> - Identificar o crescimento de mercado, ambiente competitivo do mercado, concorrentes e inovações tecnológicas; - Alinhar conceitos do BSC e conceitos sobre missão, visão e estratégia; - Obter informações iniciais sobre a estratégia organizacional; - Direcionar a tradução da estratégia em objetivos operacionais tangíveis; - Mapear os <i>stakeholders</i> (envolvidos); - Identificar potenciais conflitos (aspectos estratégicos, objetivos, pessoal ou interfuncional); - Identificar os fatores críticos de sucesso por perspectiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estratégia da organização - Alinhamento sobre os conceitos do BSC, missão, visão e estratégia
	<p>2.2. Realizar sessão de síntese para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Traduzir estratégia em objetivos operacionais; - Preparar uma relação preliminar de objetivos e medidas; - Mapear os pontos de conflitos pessoais e organizacionais (resistências); - Classificar os objetivos nas quatro perspectivas; - Verificar se a relação preliminar de objetivos retrata a estratégia da unidade; - Verificar se os objetivos nas quatro perspectivas estão interligados na relação de causa e efeito. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relação preliminar de objetivos e medidas - Mapa estratégico preliminar
	<p>2.3. <i>Workshop</i> executivo - Na primeira etapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar as medidas críticas; - Apresentar a relação preliminar de objetivos e medidas; - Discutir e complementar objetivos e medidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos estratégicos para cada perspectiva - Lista de fatores críticos de sucesso e medidas

Fonte: os autores.

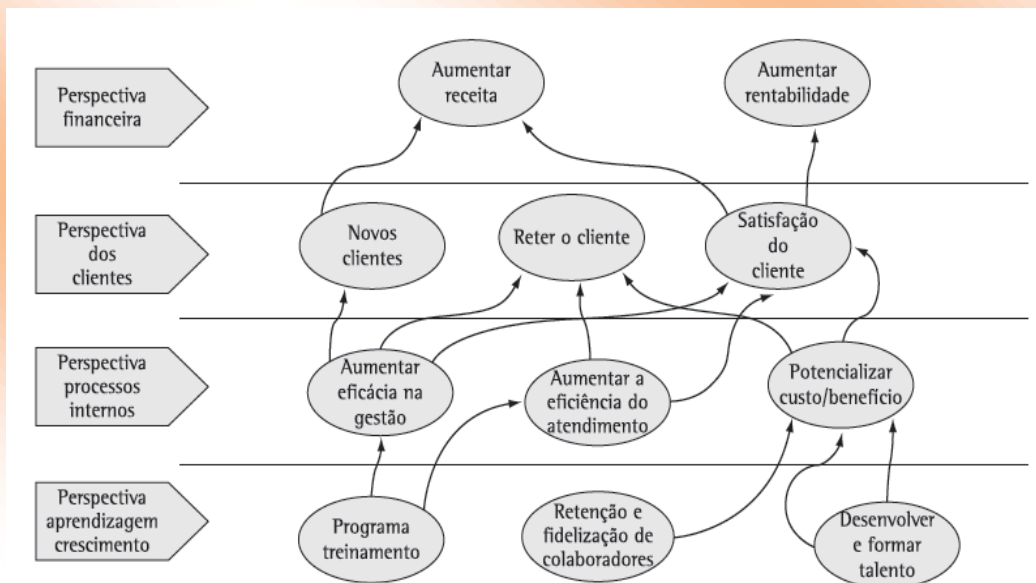


Figura 3. Mapa estratégico da unidade de negócios. Fonte: os autores.

Quadro 7. *Scorecard* preliminar da unidade de negócios.

Perspectiva	Objetivos	Indicador	Meta (%)	Programa de ação
Financeira	Aumentar a rentabilidade	Aumentar a margem bruta	2	Melhorar sistema de informação
	Aumentar a receita	Aumentar a receita	20	
Cientes	Satisfação do cliente	<i>Feedback</i> do cliente/ Grau de satisfação	90	Implementar questionário/entrevista visando obter a satisfação do cliente
Processos internos	Aumentar a eficácia na gestão	Investimentos em processos de melhoria de <i>software</i>	5	Implementar o processo da gerência de requisitos (Controlar mudanças)
Aprendizagem	Programa de treinamento	Investimentos em capacitação	5	Treinamento em gerência de requisitos

Fonte: os autores.

Quadro 8. Mapeamento da necessidade das informações.

Necessidade da informação	Cumprimento de escopo	
Entidade - Atributo	Demandas solicitações de mudança das demandas	
Categoria de informação	Progresso e prazo	
Conceito mensurável	Progresso da unidade de trabalho	Medidas candidatas Requisitos de mudança abertos Requisitos de mudança resolvidos

Fonte: os autores.

Quadro 9. *Scorecard* refinado para a perspectiva e processos internos.

Perspectiva	Objetivos	Indicador	Meta (%)	Programa de ação
Processos internos	Aumentar a eficácia na gestão	Cumprimento do escopo	100	Implementar o processo da gerência de requisitos (Controlar mudanças)

Fonte: os autores.

O Quadro 10 apresenta o roteiro proposto para a etapa 3 com o desdobramento das atividades e os produtos previstos.

4.1.5. Elaboração do plano de implementação

Nessa etapa o mapa estratégico, os objetivos estratégicos, os indicadores, as metas e os planos de ação foram formalizados. Segundo Kaplan e Norton (2004), é comum a identificação de um número incontável de ações a serem executadas. A atividade de definir os planos de ação demandou tempo devido aos questionamentos dos envolvidos. O planejamento da integração dos sistemas gerenciais com a coleta de dados necessária foi um dos itens mais demorados.

Os planos de ação identificados foram: melhorar sistema de informação; implementar questionário/entrevista visando obter a satisfação do clientes; implementar o processo da gerência de requisitos (controlar mudanças) e treinamento em gerência de requisitos. Houve muita discussão sobre a priorização dos planos, pois havia divergência de entendimento sobre os critérios de priorização.

O planejamento dos planos de ação, utilizando os conceitos do PMBOK, padronizou a sua forma de elaboração e apresentação. Dessa forma, critérios como tempo e custo foram utilizados como critérios para a priorização dos mesmos.

O Quadro 11 apresenta o roteiro proposto para a etapa 4 com o desdobramento das atividades e os produtos previstos.

4.2. Execução e controle da pesquisa-ação – 2º ciclo

Conforme definido no planejamento da pesquisa-ação, o plano de ação priorizado foi a implementação da gerência de requisitos. O investimento estimado abrangeu o treinamento e a implementação do processo já definido pela empresa num prazo de dois meses.

Quadro 10. Etapa 3 do roteiro proposto.

Etapa	Atividades	Produto
3. Escolha e elaboração dos indicadores	3.1. Reuniões dos subgrupos: - Elaborar o mapa estratégico; - Refinar a descrição dos objetivos estratégicos; - Alinhar conceitos sobre indicadores (PSM); - Relacionar indicadores para os objetivos; - Identificar as fontes de informação; - Identificar as relações críticas entre os indicadores.	- Mapa estratégico e análise de correlação <i>Scorecard</i> da estratégia - Lista de medição dos indicadores - Roteiro de medição dos indicadores (PSM)
	3.2. <i>Workshop</i> executivo- segunda etapa. Discutir sobre: - A visão; - A estratégia; - Os objetivos; - Os indicadores; - Estabelecer a relação de causa e efeito; - Definir indicadores (PSM); - Mapear a necessidade da informação; - Definir Entidade-Atributo; - Identificar elementos da medida básica; - Identificar elementos da medida derivada; - Identificar elementos do Indicador; - Elaborar plano de medição	- Mapa estratégico e análise de correlação - <i>Scorecard</i> da estratégia refinados - Lista de medição dos indicadores - Roteiro de medição dos indicadores (PSM) - Plano de medição

Fonte: os autores.

Quadro 11. Etapa 4 do roteiro proposto.

Etapa	Atividades	Produto
4. Elaboração do plano de implementação	4.1. Desenvolver o plano de implementação para: - Formalizar as metas e indicadores; - Definir a coleta de dados; - Definir a periodicidade de comunicação; - Identificar os planos de ação; - Priorizar os planos de ação; - Obter o estado atual dos planos de ação.	- Plano de implementação - Lista de medição dos indicadores - Roteiro de medição dos indicadores (PSM) - Plano de medição
	4.2. <i>Workshop</i> executivo- segunda etapa: - Validar o plano de implementação; - Validar programas de ação preliminares para alcançar as metas.	- Plano de implementação refinado - Planejamento dos planos de ação (PMBOK) - Planejamento dos planos de ação
	4.3. Finalizar o plano de implementação: - Definir integração do plano de implementação ao sistema gerencial da organização; - Definir os acordos sobre a revisão do BSC (processo, responsável e periodicidade).	- Plano de implementação refinado

Fonte: os autores.

Os objetivos deste ciclo foram definidos, assim como a periodicidade das reuniões e a base documental necessária em cada etapa. Os objetivos estabelecidos foram:

- Fortalecer os conceitos da gerência de requisitos;
- Implementar a sua prática através da identificação dos requisitos de cada projeto;
- Monitorar o indicador do número de solicitações de mudança por projeto;
- Identificar o impacto financeiro das solicitações de mudança nos projetos;
- Relatar as atividades executadas;
- Relatar os resultados obtidos.

O workshop para alinhamento dos conceitos do REQM – Requirements Management do CMMI foi realizado. O objetivo foi fortalecer os conceitos para implementar a prática imediata da gerência de requisitos nos projetos da unidade.

A análise dos projetos em andamento identificou 22 projetos ativos. Entre esses, cinco foram escolhidos utilizando os seguintes critérios:

- Baixo nível de satisfação do cliente com o atendimento;
- Resultado (resultado = faturamento – custo operacional – impostos).

Após a análise, à luz dos conceitos da gerência de requisitos, os seguintes dados foram registrados:

- Dois projetos em andamento e ainda sem ocorrência de mudança de requisitos. No entanto, um deles já mostrava forte potencial de mudança de requisitos;
- Três projetos com ocorrências de mudança de requisitos.

Os requisitos definidos para o projeto foram mapeados e foram identificados os requisitos já entregues. Um relatório para a análise dos resultados de faturamentos dos projetos foi elaborado. Os projetos com mudança de requisitos comprometiam em 30% do faturamento total. Por solicitação da empresa foco desta pesquisa, os números não foram divulgados neste trabalho. As estratégias de renegociação com cada cliente foram definidas. Por fim, dos cinco projetos analisados, dois foram renegociados, um cancelado e dois ficaram em observação.

4.3. Encerramento da pesquisa-ação

A pesquisa-ação, segundo Thiollent (2005), não se limita a uma forma de ação: pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o nível de consciência das pessoas e grupos participantes. O BSC é um sistema de gestão baseado em indicadores que impulsionam o desempenho, proporcionando à organização uma visão de negócio abrangente. A implementação da gerência de requisitos proporcionou um aumento na maturidade da equipe na identificação das

mudanças dos requisitos. Essa ação proporcionou o embasamento necessário para renegociação com o cliente. A equipe percebeu os benefícios da gerência de requisitos e ficou motivada para manter a prática do processo. O alinhamento entre as ações em melhoria de processo de software (ampliar a eficácia da gestão através da implementação da gerência de requisitos) e os objetivos estratégicos da empresa (aumentar receita) foram mapeados através dos resultados observados. A identificação das mudanças dos requisitos permitiu o embasamento para renegociação que, por sua vez, resultou no aumento do faturamento da empresa. Portanto, podemos observar que a relação de causa e efeito garante um encadeamento entre os objetivos das perspectivas de modo a refletir as relações de causa e efeito assumidas na formulação das estratégias

Recapitulando, no mapa estratégico a perspectiva referente a processos internos direcionou para a revisão dos processos em busca de eficácia. O resultado da pesquisa demonstrou que as ações realizadas em melhoria de processos, dentro da perspectiva de processos internos, impactaram diretamente as perspectivas financeiras e do cliente. As ações em melhoria dos processos de software fizeram aumentar a satisfação do cliente, pois foi identificado o incômodo dele referente ao não cumprimento do escopo. O processo foi revisado e foi implementado o conceito de identificação dos requisitos, tornando mensurável o gerenciamento do escopo. O monitoramento das mudanças de requisitos proporcionou o embasamento para a negociação de mudança de escopo junto aos clientes. O relacionamento entre a empresa e o cliente tornou-se profissional e maduro, aumentando a relação de confiança. Os valores renegociados não são apresentados por solicitação da empresa, foco desta pesquisa. No entanto, foi analisado o investimento na implementação da gerência de requisitos em relação ao resultado financeiro das renegociações com os clientes utilizando a abordagem da mudança de requisitos. A proporção foi a seguinte: para cada R\$ 1,00 investido foram recuperados R\$ 4,00. Essa foi a forma de análise dos investimentos efetuados pela empresa. O investimento proporcionou um retorno real sobre o faturamento da organização e foi acompanhado pela alta administração da empresa através do mapa estratégico. O mapa estratégico mostrou-se eficiente ao representar o impacto positivo do investimento realizado na perspectiva dos processos internos e nas perspectivas financeira e do cliente.

Thiollent (2005) enfatiza que um maior conhecimento sobre a situação direciona a ações mais efetivas. No entanto, as exigências do cotidiano frequentemente limitam o tempo de dedicação ao conhecimento. Acrescenta, ainda, que há casos em que o objetivo é a tomada de consciência dos agentes implicados na atividade investigada. Nesse caso, não se trata apenas de resolver um problema imediato, e sim desenvolver a consciência da coletividade nos planos políticos ou culturais a respeito dos problemas importantes. O nível de aprendizado do pesquisador e dos participantes da pesquisa foi aprimorado e diminuiu a resistência habitual em movimentos de mudança

organizacional. Os participantes tiveram a oportunidade de definir o ajuste no processo para atender as necessidades da empresa.

5. Conclusão

O roteiro desenvolvido e avaliado mostra a viabilidade técnica de implementar o alinhamento estratégico de negócios com a melhoria de processo em empresas desenvolvedoras de software. A aplicação da pesquisa-ação permitiu, por outro lado, que se desenvolvesse maior conhecimento sobre este processo e como ele pode ser efetivado nas organizações. O roteiro proposto foi ajustado incorporando as considerações identificadas durante a pesquisa, resultando no roteiro final possível de ser aplicado em diferentes empresas de software.

A implementação, mesmo que parcial do BSC, permite o acesso à informação da estratégia da organização aos interessados. O que foi percebido é que a organização possui as estratégias traçadas, mas existe falha na sua comunicação. O roteiro proposto contribuiu na identificação de pontos a detalhar no plano de negócios da organização e na institucionalização das políticas estabelecidas pela organização. Durante a aplicação do roteiro foi possível demonstrar como as ações em melhoria de processo resultaram no aumento da receita da organização.

Conforme relatado, o planejamento dos planos de ação utilizando os conceitos do PMBOK padronizou sua forma de elaboração e apresentação. Dessa maneira, critérios como tempo e custo foram utilizados para a tomada de decisão sobre a priorização dos mesmos.

A aplicação dos conceitos do PSM adaptado ao Balanced Scorecard permitiu gerenciar os indicadores de investimentos. Essa aplicação proporcionou a orientação e detalhamento necessários para a definição e monitoramento dos indicadores. A etapa de definição da coleta de dados é muito crítica, pois trata-se de risco para a implementação do BSC.

A pesquisa-ação contribuiu, de fato, para o aprimoramento do nível de aprendizado dos participantes e na tomada de consciência sobre as situações apresentadas. A oportunidade de atuação efetiva na estratégia da organização motivou os participantes e fez diminuir a resistência habitual em movimentos de mudança organizacional.

Referências

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT. Notícias de TI: crescem investimentos das empresas em TI. 2005. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/Temas/info/Imprensa/Noticias_5/Investimentos_5.htm>. Acesso em: 01 out. 2005.

CARD, D. Integrating practical software measurement and balanced scorecard. In:

INTERNATIONAL COMPUTER SOFTWARE AND APPLICATIONS CONFERENCE – IEEE, 2003. Proceedings...

FERNANDES, A. A.; ABREU, V. F. Implantando a governança de TI. Rio de Janeiro: Brasport, 2006. 338 p.

GUERRERO, F.; ETEROVIC, Y. Adopting de SW-CMM in a small it organization. IEEE SOFTWARE, p. 29-35, Jul/Aug 2004.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. A estratégia em ação – Balanced Scorecard. 21. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 344 p.

LAURINDO, F. J. B. Estratégia e tecnologia da informação: uma visão integrada. MURUGAPPAN, M.; KEENI, G. Blending CMM and Six Sigma to meet business goals. IEEE Software, v. 25, n. 6, p. 42-48, 2003.

MUSCAT, A. R. N.; FLEURY, A. IQ&P's na indústria brasileira. Revista Indicadores da Qualidade e Produtividade, v. 1, n. 1, p. 81-107, 1993.

PAPALEXANDRIS, A. et al. An integrated methodology for putting the balanced scorecard into action. European Management Journal, v. 23, n. 2, p. 214-227, 2005.

PORTER, M. Estratégia competitiva. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986. 322 p.

POSSI, M. Capacitação em gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro: Brasport, 2004.

PRACTICAL SOFTWARE AND SYSTEMS MEASUREMENT – PSM. Methods of operation. PSM, 2006. Draft version 2.6.

PRESSMAN, R. Engenharia de software. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1992. 289 p.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide). 4th ed. PA, USA: Project Management Institute, 2008.

SHIBUYA, M.K. Decisão Baseada no Balanced Scorecard. In COSTA NETO, P. L. O. (coordenador). Qualidade e competência nas decisões. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. 496 p.

SOMMERVILLE, I. Software engineering. 8th ed. Addison-Wesley, 2007.

TAKASHINA, N. T.; FLORES, M. C. Indicadores da qualidade e do desempenho. Rio de Janeiro: Qualimark, 1999. 189 p.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 14. ed. São Paulo: Cortês, 2005. 178 p.

VAHANIITTY, J.; RAUTIAINEN, K. Towards an approach for managing the development portfolio in small product-oriented software companies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, Hawaii, 2005. Proceedings...

VELOSO, F.; BOTELHO, A.; GIANELLI, B. Slicing the knowledge-based economy in Brazil, China and India: a tale of three software industries. 2003. Brazilian Government grant to study the development of the local software industry. Mimeo.

***ALIGNMENT BETWEEN THE BUSINESS STRATEGY AND THE SOFTWARE PROCESSES
IMPROVEMENT: A ROADMAP FOR THE IMPLEMENTATION***

Abstract: The actions of the software products and processes improvement, for a better attendance of the business objectives of an organization, must be associated to the competitive market strategies. This paper describes a roadmap that translates the strategic objectives of the software organizations in managed process pointers. The Balanced Scorecard (BSC) and the Practical Software Measurement (PSM) are the basis of the proposed roadmap. This study is based on the concepts a bibliographical research and the research-action application. The research-action strategy gives refinement to the roadmap, enables the participants to learn and improves the method application. The execution of the methodological stages resulted in the definition of the strategic map and its development in the studied software organization. The final result is a roadmap that allows the implementation of an alignment between the business strategy and the processes improvement in software companies.

Keywords: Service business strategy. Software processes improvement. BSC. PSM.

Meio de Publicação: Periódico

Título do Texto: Alinhamento entre estratégia de negócios e melhoria de processos de software: um roteiro de implementação

Autores: R. Asato, I. Costa

Coautores: M. de M. Spínola, W. H. de Farias Silva

Orientador: Dr Mauro de Mesquita Spinola

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Revista Produção - Abepro

Local da Publicação: São Paulo, SP, Brasil

Mês e Ano da Publicação: Abril/Junho de 2011

Editora: ABEPRO

Volume: v. 21

Nº do Fascículo: n.2

Total de páginas: 15

Página inicial e página final: 314-328

ISSN: 0103-6513

Apresentação: Não

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

**CONSTRUCTIVE DISCURSIVE LOGIC
WITH STRONG NEGATION**

Seiki Akama

1-20-1, Higashi-Yurigaoka, Asao-ku
Kawasaki, 215-0012, Japan
akama@jcom.home.ne.jp

Jair Minoro Abe

Paulista University, Sao Paulo, Brazil
jairabe@uol.com.br

Kazumi Nakamatsu

University of Hyogo, Himeji, Japan
nakamatsu@shse.u-hyogo.ac.jp

Abstract: Jaskowski's discursive logic (or discussive logic) is the first formal paraconsistent logic which is classified as a non-adjunctive system. It is now recognized that discursive logic is not generally appropriate for paraconsistent reasoning. To improve it in a constructive setting, we propose a constructive discursive logic with strong negation *CDLSN* based on Nelson's constructive logic N^- . In *CDLSN*, discursive negation is defined similar to intuitionistic negation and discursive implication is defined as material implication using discursive negation. We give an axiomatic system and Kripke semantics with a completeness proof. We also discuss some advantages of the proposed system over other paraconsistent systems¹.

1 Introduction

Jaskowski's *discursive logic* (or *discussive logic*) is the first formal *paraconsistent logic* which is classified as a *non-adjunctive system*; see Jaskowski [3]. Discursive logic can be motivated by the nature of our ordinary discourse. That is, in a discourse, several *participants* exist and have some information, beliefs, and others.

¹ This paper will appear in *Logique et Analyse*.

In this regard, truth is formalized by means of the sum of opinions supplied by participants. Even if each participant has consistent information, some participant could be inconsistent with other participants.

This amounts to supposing that $A \wedge \sim A$ does not hold while both A and $\sim A$ do. This means that the so-called *adjunction*, i.e. from $\vdash A; \vdash B$ to $\vdash A \wedge B$ is invalid. Jaskowski modeled the idea founded on modal logic S5 and reached the discursive logic in which adjunction and *modus ponens* cannot hold.

In addition, Jaskowski introduced discursive implication $A \rightarrow_d B$ as $\diamond A \rightarrow B$ satisfying *modus ponens*.

The rest of this paper is as follows. Section 2 is devoted to an exposition Jaskowski's discursive logic. In section 3, we introduce constructive discursive logic with strong negation *CDLSN* with an axiomatic system. Section 4 outlines a Kripke semantics. We establish the completeness theorem. The final section gives some conclusions.

2 Jaskowski's Discursive Logic

Discursive Logic was proposed by a Polish logician S.Jaskowski [3] in 1948. It was a formal system J satisfying the conditions: (a) from two contradictory propositions, it should not be possible to deduce any proposition; (b) most of the classical theses compatible with (a) should be valid; (c) J should have an intuitive interpretation.

Such a calculus has, among others, the following intuitive properties remarked by Jaskowski himself: suppose that one desires to systematize in only one deductive system all theses defended in a discussion. In general, the participants do not confer the same meaning to some of the symbols. One would have then as theses of a deductive system that formalize such a discussion, an assertion and its negation, so both are "true" since it has a variation in the sense given to the symbols. It is thus possible to regard discursive logic as one of the so-called *paraconsistent logics*.

Jaskowski's D_2 contains propositional formulas built from logical symbols of classical logic. In addition, possibility operator \diamond in S5 is added. Based on the possibility operator, three discursive logical symbols can be defined as follows:

discursive implication: $A \rightarrow_d B =_{def} \diamond A \rightarrow B$

discursive conjunction: $A \wedge_d B =_{def} \diamond A \wedge B$

discursive equivalence: $A \leftrightarrow_d B =_{def} (A \rightarrow_d B) \wedge_d (B \rightarrow_d A)$

Additionally, we can define discursive negation $\neg_d A$ as $A \rightarrow_d \text{false}$. Jaskowski's original formulation of D_2 in [3] used the logical symbols: $\rightarrow_d, \leftrightarrow_d, \vee, \wedge, \neg$, and he later defined \wedge_d in [4].

The following axiomatization due to Kotas [5] has the following axioms and the rules of inference.

Axioms

- (A1) $\Box(A \rightarrow (\neg A \rightarrow B))$
- (A2) $\Box((A \rightarrow B) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow C)))$
- (A3) $\Box((\neg A \rightarrow A) \rightarrow A)$
- (A4) $\Box(\Box A \rightarrow A)$
- (A5) $\Box(\Box(A \rightarrow B) \rightarrow (\Box A \rightarrow \Box B))$
- (A6) $\Box(\neg \Box A \rightarrow \Box \neg \Box A)$

Rules of Inference

- (R1) substitution rule
- (R2) $\Box A; \Box(A \rightarrow B) / \Box B$
- (R3) $\Box A / \Box \Box A$
- (R4) $\Box A / A$
- (R5) $\neg \Box \neg \Box A / A$

There are other axiomatizations of D_2 , but we omit the details here.

3 Constructive Discursive Logic with Strong Negation

The gist of discursive logic is to use the modal logic S5 to define discursive logical connectives which can formalize a non-adjunctive system. It follows that discursive logic can be seen as a paraconsistent logic, which does not satisfy *explosion* of the form: $\{A, \neg A\} \not\models B$ for any A and B , where $\not\models$ is a consequence relation. We say that a system is *trivial* iff all the formulas are provable. Therefore, paraconsistent logic is useful to formalize inconsistent but *non-trivial* systems.

A question arises. Most works on discursive logic utilize classical logic and S5 as a basis. However, we do not think that these are essential. For instance, an intuitionist hopes to have a discursive system in a constructive setting. This is a topic explored in this paper.

To make the idea formal, it is worth considering Nelson's constructive logic with strong negation N^- of Almkudat and Nelson [1]. In N^- , \sim denotes *strong negation* satisfying the following axioms:

- (N1) $\sim \sim A \leftrightarrow A$

$$(N2) \sim (A \wedge B) \leftrightarrow (\sim A \vee \sim B)$$

$$(N3) \sim (A \vee B) \leftrightarrow (\sim A \wedge \sim B)$$

$$(N4) \sim (A \rightarrow B) \leftrightarrow (A \wedge \sim B)$$

and the axiomatization of the intuitionistic positive logic $Int+$ with *modus ponens* (MP), i.e. $A, A \rightarrow B/B$ as the rule of inference.

Note here that N^- is paraconsistent in the sense that $\sim (A \wedge \sim A)$ and $(A \wedge \sim A) \rightarrow B$ do not hold.

If we add (N0) to N^- , we have N of Nelson [6].

$$(N0) (A \wedge \sim A) \rightarrow B$$

In N , intuitionistic negation \neg can be defined as follows:

$$\neg A \stackrel{def}{=} A \rightarrow \sim A$$

If we add the law of *excluded middle*: $A \vee \sim A$ to N , the resulting system is classical logic.

Indeed, N^- is itself a paraconsistent logic, but can also be accommodated as a version of discursive logic.

Now, we introduce the *constructive discursive logic with strong negation CDLSN*. It diverges in two ways from D_2 : (1) it does not take classical logic as its starting point; and (2) it does not use the possibility operator \diamond as a modality, but a negation with modal operators.

$CDLSN$ can be defined in two ways. One is to extend N^- with discursive negation \neg_d . The other is to weaken intuitionistic negation in N^- . We adopt the first approach.

Here, we fix the language of the logics which we use in this paper. The language of $Int+$ is defined as the set of propositional variables and logical symbols: \wedge (conjunction), \vee (disjunction) and \rightarrow (implication). The language of Int is the extension of that of $Int+$ with \neg (intuitionistic negation). The language of N^- is the extension of that of $Int+$ with \sim (strong negation). The language of $CDLSN$ is the extension of N^- with \neg_d (discursive negation). Additionally, we use the logical constant *false* as the abbreviation of $\sim (A \rightarrow A)$.

We believe that $CDLSN$ is (constructive) improvement of D_2 . First, $CDLSN$ uses $Int+$ rather than classical logic as the base. Second, $CDLSN$ simulates modality in D_2 by negations, although D_2 needs the possibility operator.

\neg_d is similar to \neg , but these are not equivalent. The motivation of introducing \neg_d is to interpret discursive negation as the negation used by an intuitionist in the discursive context. Unfortunately, intuitionistic negation is not a discursive negation. And we need to re-interpret it as \neg_d . Based on \neg_d , we can define \rightarrow_d and \wedge_d .

Discursive implication \rightarrow_d and discursive conjunction \wedge_d can be respectively introduced by definition as follows.

$$A \rightarrow_d B =_{def} \neg_d A \vee B$$

$$A \wedge_d B =_{def} \sim \neg_d A \wedge B$$

Observe that $A \rightarrow (\sim A \rightarrow B)$ is not a theorem in *CDLSN* while $A \rightarrow (\neg_d A \rightarrow B)$ is a theorem in *CDLSN*. The axiomatization of *CDLSN* is that of N^- with the following three axioms.

$$(CDLSN1) \neg_d A \rightarrow (A \rightarrow B)$$

$$(CDLSN2) (A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d A)$$

$$(CDLSN3) A \rightarrow \sim \neg_d A$$

Here, an explanation of these axioms may be in order. (CDLSN1) and (CDLSN2) describe basic properties of intuitionistic negation. By (CDLSN3), we show the connection of \sim and \neg_d . The intuitive interpretation of $\sim \neg_d$ is like possibility under our semantics developed below.

\neg_d is weaker than \neg . Vorob'ev [8] proposed a constructive logic having both strong and intuitionistic negation. It extends N with the following two axioms:

$$\sim \neg A \leftrightarrow A$$

$$\sim A \rightarrow \neg A, \text{ where } A \text{ is atomic}$$

If we replace (CDLSN3) by the axiom of the form $\sim \neg_d A \leftrightarrow A$ and add the axiom $\sim A \rightarrow \neg_d A$, then \neg_d agrees with \neg . Thus, it is not possible to identify \neg and \neg_d in our axiomatization.

We use $\vdash A$ to mean that A is a theorem in *CDLSN*. Here, the notion of a proof is defined as usual. Let $\Gamma = \{B_1, \dots, B_n\}$ be a set of formulas and A be a formula. Then, $\Gamma \vdash A$ iff $\vdash \Gamma \rightarrow A$.

Notice that \neg_d has some similarities with \neg , as the following lemma indicates.

Lemma 1 The following formulas are provable in *CDLSN*.

$$(1) \vdash A \rightarrow \neg_d \neg_d A$$

$$(2) \vdash (A \rightarrow B) \rightarrow (\neg_d B \rightarrow \neg_d A)$$

$$(3) \vdash (A \wedge \neg_d A) \rightarrow B$$

$$(4) \vdash \neg_d(A \wedge \neg_d A)$$

$$(5) \vdash (A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d A$$

(Proof): *Ad*(1): From (CDSL1) and *Int+* (i.e. $\vdash (A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow (B \rightarrow (A \rightarrow C))$), we have (i).

$$(i) \vdash A \rightarrow (\neg_d A \rightarrow A)$$

(ii) is an instance of (CDLSN2).

$$(ii) \vdash (\neg_d A \rightarrow A) \rightarrow ((\neg_d A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d \neg_d A)$$

(iii) is a theorem of *Int+* (i.e. $\vdash (A \rightarrow B) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow C))$)

$$(iii) \vdash (A \rightarrow (\neg_d A \rightarrow A)) \rightarrow (((\neg_d A \rightarrow A) \rightarrow ((\neg_d A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d \neg_d A)) \rightarrow (A \rightarrow ((\neg_d A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d \neg_d A)))$$

From (i) and (iii) by (MP), we have (iv).

$$(iv) \vdash (((\neg_d A \rightarrow A) \rightarrow ((\neg_d A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d \neg_d A)) \rightarrow (A \rightarrow ((\neg_d A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d \neg_d A)))$$

From (ii) and (iv) by (MP), we have (v).

$$(v) \vdash A \rightarrow ((\neg_d A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d \neg_d A)$$

By $\vdash (A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow (B \rightarrow (A \rightarrow C))$, we can derive (vi).

$$(vi) \vdash (\neg_d A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow (A \rightarrow \neg_d \neg_d A)$$

Since $\vdash A \rightarrow A$, we have (vii).

$$(vii) \vdash \neg_d A \rightarrow \neg_d A$$

From (vi) and (vii) by (MP), we can finally obtain (viii).

$$(viii) \vdash A \rightarrow \neg_d \neg_d A$$

Ad(2): By (CDLSN2), we have (i).

$$(i) \vdash (A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d A)$$

(ii) is a theorem of *Int+*.

$$(ii) \vdash (\neg_d B \rightarrow (A \rightarrow \neg_d B)) \rightarrow (((A \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d A) \rightarrow (\neg_d B \rightarrow \neg_d A))$$

(iii) is an instance of $A \rightarrow (B \rightarrow A)$, which is the axiom of *Int+*.

$$(iii) \vdash \neg_d B \rightarrow (A \rightarrow \neg_d B)$$

From (ii) and (iii) by (MP), (iv) is obtained.

$$(iv) \vdash ((A \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d A) \rightarrow (\neg_d B \rightarrow \neg_d A)$$

(v) is a theorem of *Int+*.

$$(v) \vdash ((A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d A)) \rightarrow (((A \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d A) \rightarrow (\neg_d B \rightarrow \neg_d A)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (\neg_d B \rightarrow \neg_d A))$$

From (i) and (v) by (MP), (vi) can be proved.

$$(vi) \vdash ((A \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d A) \rightarrow (\neg_d B \rightarrow \neg_d A) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (\neg_d B \rightarrow \neg_d A))$$

From (iv) and (vi) by (MP), we can reach (vii).

$$(vii) \vdash (A \rightarrow B) \rightarrow (\neg_d B \rightarrow \neg_d A)$$

Ad(3): By (CDLSN1), we have (i).

$$(i) \vdash \neg_d A \rightarrow (A \rightarrow B)$$

From $\vdash (A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow (B \rightarrow (A \rightarrow C))$, we can derive (ii).

$$(ii) \vdash A \rightarrow (\neg_d A \rightarrow B)$$

Since $\vdash (A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \wedge B) \rightarrow C)$, we have (iii).

$$(iii) \vdash (A \rightarrow (\neg_d A \rightarrow B)) \rightarrow ((A \wedge \neg_d A) \rightarrow B)$$

From (ii) and (iii) by (MP), we can obtain (iv).

$$(iv) \vdash (A \wedge \neg_d A) \rightarrow B$$

Ad(4): By (3), we have (i) and (ii).

$$(i) \vdash (A \wedge \neg_d A) \rightarrow B$$

$$(ii) \vdash (A \wedge \neg_d A) \rightarrow \neg_d B$$

From (CDLSN2), (iii) holds.

$$(iii) ((A \wedge \neg_d A) \rightarrow B) \rightarrow (((A \wedge \neg_d A) \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d(A \wedge \neg_d A))$$

From (i) and (iii) by (MP), we have (iv).

$$(iv) ((A \wedge \neg_d A) \rightarrow \neg_d B) \rightarrow \neg_d(A \wedge \neg_d A)$$

From (ii) and (iv) by (MP), we can derive (v).

$$(v) \vdash \neg_d(A \wedge \neg_d A)$$

Ad(5): By (CDLSN2), we have (i).

$$(i) \vdash (A \rightarrow A) \rightarrow ((A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d A)$$

(ii) is a theorem of *Int+*.

$$(ii) \vdash A \rightarrow A$$

From (i) and (ii) by (MP), we can obtain (iii).

$$(iii) (A \rightarrow \neg_d A) \rightarrow \neg_d A$$

It should be, however, pointed out that the following formulas are not provable in *CDLSN*.

$$\begin{aligned} &\not\vdash \sim (A \wedge \sim A) \\ &\not\vdash A \vee \sim A \\ &\not\vdash (A \rightarrow B) \rightarrow (\sim B \rightarrow \sim A) \\ &\not\vdash \neg_d \neg_d A \rightarrow A \\ &\not\vdash A \vee \neg_d A \\ &\not\vdash (\neg_d A \rightarrow A) \rightarrow A \\ &\not\vdash \sim \neg_d A \rightarrow A \\ &\not\vdash A \rightarrow_d A \end{aligned}$$

4 Kripke Semantics

It is possible to give a Kripke semantics for *CDLSN* which is a discursive modification of that for *N* provided by Thomason [7]. Let PV be a set of propositional variables and p be a propositional variable, and For be a set of formulas. A *CDLSN-model* is a tuple $\langle W; w_0; R; V \rangle$, where $W \neq \emptyset$ is a set of *worlds*, $w_0 \in W$ satisfying $\forall w(w_0 R w)$, $R \subseteq W \times W$ is a reflexive and transitive relation, and $V : PV \times W \rightarrow \{0; 1\}$ is a partial *valuation* satisfying:

$$V(p; w) = 1 \text{ and } wRv \Rightarrow V(p; v) = 1$$

$$V(p; w) = 0 \text{ and } wRv \Rightarrow V(p; v) = 0$$

for any formula $p \in PV$ and $w; v \in W$. Here, $V(p; w) = 1$ is read “ p is true at w ” and $V(p; w) = 0$ is read “ p is false at w ”, respectively. Both truth and falsity are independent statuses given by a constructive setting.

We can now extend V for any formula A, B in a tandem way as follows.

$V(\sim A, w) = 1$	iff	$V(A, w) = 0$.
$V(A \wedge B, w) = 1$	iff	$V(A, w) = 1$ and $V(B, w) = 1$.
$V(A \vee B, w) = 1$	iff	$V(A, w) = 1$ or $V(B, w) = 1$
$V(A \rightarrow B, w) = 1$	iff	$\forall v(wRv \text{ and } V(A, v) = 1 \Rightarrow V(B, v) = 1)$
$V(\neg_d A, w) = 1$	iff	$\forall v(wRv \Rightarrow V(A, v) = 0)$
$V(\sim A, w) = 0$	iff	$V(A, w) = 1$
$V(A \wedge B, w) = 0$	iff	$V(A, w) = 0$ or $V(B, w) = 0$
$V(A \vee B, w) = 0$	iff	$V(A, w) = 0$ and $V(B, w) = 0$
$V(A \rightarrow B, w) = 0$	iff	$V(A, w) = 1$ and $V(B, w) = 0$
$V(\neg_d A, w) = 0$	iff	$\exists v(wRv \text{ and } V(A, v) = 1)$

Additionally, we need the following condition:

$$V(A \wedge \sim A, w) = 1 \text{ for some } A \text{ and some } w.$$

This condition is used to invalidate $(A \wedge \sim A) \rightarrow B$, and guarantees the paraconsistency of \sim in *CDLSN*.

Here, observe that truth and falsity conditions for $\sim \neg_d A$ are implicit in the above clauses from the equivalences such that $V(\sim \neg_d A, w) = 1$ iff $V(\neg_d A, w) = 0$, and $V(\sim \neg_d A, w) = 0$ iff $V(\neg_d A, w) = 1$. One can claim that $\sim \neg_d$ behaves as a modality. In this regard, we do not need to introduce a possibility operator into *CDLSN* as a primitive.

We say that A is *valid*, written $\models A$, iff $V(A, w_0) = 1$ in all *CDLSN*-models.

Let $\Gamma = \{B_1, \dots, B_n\}$ be a set of formulas. Then, we say that Γ *entails* A , written $\Gamma \models A$, iff $\Gamma \rightarrow A$ is valid.

Lemma 2 states the monotonicity of valuation in a Kripke model.

Lemma 2 The following hold for any formula A which is not of the form $\sim \neg_d B$, and any worlds $w; v \in W$.

$$V(A, w) = 1 \text{ and } wRv \Rightarrow V(A, v) = 1,$$

$$V(A, w) = 0 \text{ and } wRv \Rightarrow V(A, v) = 0.$$

(Proof): By induction on A .

$ad(\sim)$: Suppose $V(\sim A, w) = 1$ and wRv . Then, we have that $V(A, w) = 0$ and wRv . By induction hypothesis (IH), we have that $V(A, v) = 0$, i.e. $V(\sim A, v) = 1$.

Suppose $V(\sim A, w) = 0$ and wRv . Then, we have that $V(A, w) = 1$ and wRv . By (IH), we have that $V(A, v) = 1$, i.e. $V(\sim A, v) = 0$.

$Ad(\wedge)$: Suppose $V(A \wedge B, w) = 1$ and wRv . Then, we have $V(A, w) = 1$ and $V(B, w) = 1$. By (IH), $V(A, v) = 1$ and $V(B, v) = 1$, i.e. $V(A \wedge B; v) = 1$.

Suppose $V(A \wedge B, w) = 0$ and wRv . Then, we have $V(A, w) = 0$ or $V(B, w) = 0$. By (IH), $V(A, v) = 0$ or $V(B, v) = 0$, i.e. $V(A \wedge B, v) = 0$.

$Ad(\vee)$: Suppose $V(A \vee B, w) = 1$ and wRv . Then, we have $V(A, w) = 1$ or $V(B, w) = 1$. By (IH), $V(A, v) = 1$ or $V(B, v) = 1$, i.e. $V(A \vee B, v) = 1$.

Suppose $V(A \vee B, w) = 0$ and wRv . Then, we have $V(A, w) = 0$ and $V(B, w) = 0$. By (IH), $V(A, v) = 0$ and $V(B, v) = 0$, i.e. $V(A \vee B, v) = 0$.

$Ad(\rightarrow)$: Suppose $V(A \rightarrow B, w) = 1$ and wRv . Then, we have $\forall v(wRv \text{ and } V(A, v) = 1 \Rightarrow V(B, v) = 1)$. By (IH) and the transitivity of R , $\forall z(vRz \text{ and } V(A, z) = 1 \Rightarrow V(B, z) = 1)$, i.e. $V(A \rightarrow B, v) = 1$.

Suppose $V(A \rightarrow B, w) = 0$ and wRv . Then, we have $V(A, w) = 1$ and $V(B, w) = 0$. By (IH), $V(A, v) = 1$ and $V(B, v) = 0$, i.e. $V(A \rightarrow B, v) = 0$.

Lemma 2 does not hold for the formula of the form $\sim \neg_d A$. We can easily construct a counter model. We only treat the case of $V(\sim \neg_d A, w) = 1$. The case of $V(\sim \neg_d A, w) = 0$ is similar. Assume that $V(\sim \neg_d A, w) = 1$ and wRv . Then, $V(\neg_d A, w) = 0$ iff $\exists u(wRu \text{ and } V(A, u) = 1)$. Now, suppose that there exists a world t distinct from u such that vRt and a valuation such that $V(A; t) = 0$. This means that $V(\sim \neg_d A, v) = 0$. Thus, $V(\sim \neg_d A, w) = 1$ and wRv , but $V(\sim \neg_d A, v) = 0$.

We think that the fact is intuitive because $\sim \neg_d A$ behaves as possibility. There are no reasons for possibility in discourse to satisfy the monotonicity.

Next, we present a soundness theorem.

Theorem 3 (soundness) $\vdash A \Rightarrow \models A$.

(Proof): It suffices to check that (CDLSN1), (CDLSN2) and (CDLSN3) are valid and (MP) preserves validity. The proof of preservation of validity under (MP) is well-known in constructive and intuitionistic logic. Thus, we here prove the validity of three axioms.

Ad(CDLSN1): Suppose it is not valid. Then, $V(\neg_d A, w_0) = 1$ and $V(A \rightarrow B, w_0) \neq 1$. From the first conjunct, $\forall v(w_0 R v \Rightarrow V(A, v) \neq 1)$ holds. From the second conjunct, $\exists v(w_0 R v$ and $V(A, v) = 1$ and $V(B, v) \neq 1)$. However, $V(A, v) = 1$ and $V(A, v) \neq 1$ are contradictory.

Ad(CDLSN2): Suppose it is not valid. Then, $V(A \rightarrow B, w_0) = 1$ and $V(A \rightarrow \neg_d B, w_0) = 1$ and $V(\neg_d A, w_0) \neq 1$. From the first conjunct, $\forall v(w_0 R v$ and $V(A, v) = 1 \Rightarrow V(B, v) = 1)$ holds. From the second conjunct, $\forall v(w_0 R v$ and $V(A, v) = 1 \Rightarrow V(\neg_d B, v) = 1)$ iff $\forall v(w_0 R v$ and $V(A, v) = 1 \Rightarrow \forall z(v R z \Rightarrow V(A, z) \neq 1)$.

From the third conjunct, $\exists v(w_0 R v$ and $V(A, v) = 1$ holds. However, $V(A, v) = 1$ and $V(A, z) \neq 1$ for any z such that $v R z$ are contradictory.

Ad(CDLSN3): Suppose it is not valid. Then, $V(A, w_0) = 1$ and $V(\sim \neg_d A, w_0) \neq 1$. From the second conjunct, we have $V(\neg_d A, w_0) \neq 0$ iff $\forall v(w_0 R v \Rightarrow V(A, v) \neq 1)$. However, $V(A, w_0) = 1$ and $V(A, v) \neq 1$ for any v such that $w_0 R v$ are contradictory.

Theorem 3 can be generalized as a strong form, i.e. $\Gamma \vdash A \Rightarrow \Gamma \models A$.

Now, we give a completeness proof. We say that a set of formulas Γ^* is a *maximal non-trivial discursive theory* (mmttdt) iff (1) Γ^* is a theory, (2) Γ^* is *non-trivial*, i.e. $\Gamma^* \not\vdash B$ for some B , (3) Γ^* is *maximal*, i.e. $A \in \Gamma^*$ or $A \notin \Gamma^*$, (4) Γ^* is *discursive*, i.e. $\neg_d A \notin \Gamma^*$ iff $\sim \neg_d A \in \Gamma^*$. Here, discursiveness is needed to capture the property of discursive negation.

Lemma 4 For any mmttdt Γ and any formula $A; B$, the following hold:

- (1) $A \wedge B \in \Gamma$ iff $A \in \Gamma$ and $B \in \Gamma$
- (2) $A \vee B \in \Gamma$ iff $A \in \Gamma$ or $B \in \Gamma$
- (3) $A \rightarrow B \in \Gamma$ iff $\forall \Delta(\Gamma \subseteq \Delta$ and $A \in \Delta \Rightarrow B \in \Delta)$
- (4) $\neg_d A \in \Gamma$ iff $\forall \Delta(\Gamma \subseteq \Delta \Rightarrow A \notin \Delta)$
- (5) $\sim(A \wedge B) \in \Gamma$ iff $\sim A \in \Gamma$ or $\sim B \in \Gamma$
- (6) $\sim(A \vee B) \in \Gamma$ iff $\sim A \in \Gamma$ and $\sim B \in \Gamma$
- (7) $\sim(A \rightarrow B) \in \Gamma$ iff $A \in \Gamma$ and $\sim B \in \Gamma$
- (8) $\sim\sim A \in \Gamma$ iff $A \in \Gamma$
- (9) $\sim \neg_d A \in \Gamma$ iff $\exists \Delta(\Gamma \subseteq \Delta$ and $A \in \Delta)$.

(Proof): We only prove (4) and (9). Other cases are similarly justified from the literature on constructive logic (cf. Thomason [7]).

Ad(4): $\neg_d A \in \Gamma$ iff (by axiom (CDLSN1)) $A \rightarrow B \in \Gamma$ iff (by Lemma 4 (3)) $\forall \Delta (\Gamma \subseteq \Delta \text{ and } A \in \Delta \Rightarrow B \in \Delta)$. Since Γ is non-trivial, $B \notin \Gamma$ for some B . Thus, $B \in \Delta$ does not always hold, i.e. $\forall \Delta (\Gamma \subseteq \Delta \text{ and } A \in \Delta \Rightarrow \text{false})$ iff $\forall \Delta (\Gamma \subseteq \Delta \Rightarrow A \notin \Delta)$.

Ad(9): We prove it by contraposition from (4). Contraposition can derive $\exists \Delta (\Gamma \subseteq \Delta \text{ and } A \in \Delta)$ by negating the left and right sides of (4). Then, it is shown to be equivalent to $\neg_d A \notin \Gamma$. By (discursiveness), $\neg_d A \notin \Gamma$ iff $\sim \neg_d A \in \Gamma$.

Based on the maximal non-trivial discursive theory, we can define a canonical model (Γ, \subseteq, V) such that Γ is a mntdt, \subseteq is the subset relation, and V is a valuation satisfying the conditions that $V(p, \Gamma) = 1$ iff $p \in \Gamma$ and that $V(p, \Gamma) = 0$ iff $\sim p \in \Gamma$.

Next lemma is a truth lemma.

Lemma 5 (truth lemma) For any mntdt Γ and any A , we have the following:

$$V(A; \Gamma) = 1 \text{ iff } A \in \Gamma$$

$$V(A; \Gamma) = 0 \text{ iff } \sim A \in \Gamma$$

(Proof): It suffices to check the case $A = \neg_d B$.

$$\begin{array}{ll} V(\neg_d B, \Gamma) = 1 & \text{iff } \forall \Delta \in \Gamma^* (\Gamma \subseteq \Delta \Rightarrow V(B, \Delta) \neq 1) \\ \text{(IH)} & \text{iff } \forall \Delta \in \Gamma^* (\Gamma \subseteq \Delta \Rightarrow B \notin \Delta) \\ \text{(Lemma 4 (4))} & \text{iff } \neg_d B \in \Gamma \\ \\ V(\neg_d B, \Gamma) = 0 & \text{iff } \exists \Delta \in \Gamma^* (\Gamma \subseteq \Delta \text{ and } V(B, \Delta) = 1) \\ \text{(IH)} & \text{iff } \exists \Delta \in \Gamma^* (\Gamma \subseteq \Delta \text{ and } B \in \Delta) \\ \text{(Lemma 4 (9))} & \text{iff } \sim \neg_d B \in \Gamma \end{array}$$

Then, we can state the (strong) completeness of *CDLSN* as follows:

Theorem 6 (completeness) $\Gamma \models A \Rightarrow \Gamma \vdash A$.

(Proof): Assume $\Gamma \not\models A$. Then, by Lindenbaum lemma, there is a mntdt Γ such that $A \notin \Gamma$. By using a canonical model defined above, we have $V(A, \Gamma) \neq 1$ by Lemma 5. Consequently, completeness follows.

Finally, we justify the formal properties of *CDLSN* as a discursive logic. It is extremely important because we can understand the differences of *CDLSN* and standard discursive logics like D_2 . As mentioned in section 1, Jaskowski suggested three conditions of discursive logics. We check them here.

CDLSN is *discursive*. First, $\sim (A \wedge \sim A)$ does not hold. The explosion also fails, i.e. $A, \sim A \not\vdash B$. But, these hold for \neg_d (cf. Lemma 1), and it is not a problem because explosion should be valid for plausible discourses.

Note that the adjunction of the form $\vdash A, \vdash B \Rightarrow \vdash A \wedge_d B$ does not hold in *CDLSN*. But, it holds for \wedge .

Second, in *CDLSN*, most of the theses of constructive logic are valid. Since *CDLSN* has a constructive base, it is different from D_2 whose base is classical logic.

Third, we can give an intuitive interpretation for *CDLSN* by means of Kripke models as discussed below.

CDLSN is *constructive* because the law of excluded middle, which is a nonconstructive principle, does not hold. As discussed above, N^- is a constructive logic, and the fact is not surprising.

From our Kripke semantics given above, we can give an intuitive interpretation of *CDLSN*. The interpretations of the logical symbols of N^- are obvious, and we concentrate on discursive logical symbols.

Here, it may be helpful to explain the interpretation by a brief example. Consider a *discourse* which consists of several persons who are interested in some subjects. Each person has knowledge about subjects, and a discourse is plausibly expanded by adding other persons.

In this setting, a world in our semantics could be identified with a discourse just given. So, the logical symbols can be interpreted with reference to a discourse.

Since the interpretations of \neg_d are crucial, we begin with it, namely

$\neg_d A$ is true iff A is false in all plausible growing discourses,

$\neg_d A$ is false iff A is true in some plausible growing discourse.

Here, the second clause corresponds to the possibility used in discursive logic. Note here that the plausible growth of discourse implies the increase of information (or knowledge) in view of constructive setting.

Other discursive logical symbols can be read as follows:

$A \wedge_d B$ is true iff A is true in one discourse and B is true in another plausible discourse.

$A \rightarrow_d B$ is true iff if A is true in certain plausible discourse then B is true in a discourse.

The interpretations of \vee_d and \leftrightarrow_d can be obtained by definition. The important point here is that the primitive discursive connective is \neg_d .

In our approach, two kinds of negations are used and it is necessary to compare them. \sim is a constructive negation which can express constructive falsity of the proposition, whereas \neg_d is a discursive negation of the proposition with modal flavor.

They can express the possibility operator needed in discursive logic as $\sim \neg_d$. Here, \sim behaves classical-like negation and \neg_d modal-like negation. We know in classical modal logic that $\diamond A \equiv \neg \square \neg A$ holds. Here, \neg is classical negation and \equiv is classical equivalence. It is therefore natural to consider two negations in classical-like and modal-like way.

From the above discussion, *CDLSN* is shown to be a constructive discursive logic which is compatible with Jaskowski's original ideas. It means that a constructivist can formally perform discursive reasoning.

5 Concluding Remarks

We proposed a constructive version of discursive logic *CDLSN* with an axiomatization and semantics. We set up it as a natural modification of Almukdad and Nelson's N^- [1] with \neg_d . We gave some formal properties of *CDLSN* including completeness.

Alternatively, *CDLSN* can be interpreted as the system which weakens intuitionistic negation \neg in N^- . However, the alternative formulation does not affect the results in this paper. We believe that this system seems to be new in the literature.

There are two advantages of the proposed system. First, it is constructively intuitive because we have a Kripke semantics. In view of the incompleteness of discourse, constructive approach seems attractive for discursive logic.

Second, it dispenses with modal operators to define discursive connectives. In other words, the possibility operator used in standard discursive logic can be replaced by the combination of two negations. However, it may be possible to introduce other types of discursive connectives as primitives.

Although this paper focuses on theoretical aspects of constructive discursive logic, the logic has many possible applications. For example, it may be worth studying *non-monotonic reasoning* and *multi-agent* in constructive discursive logic. We hope to report interesting applications of the proposed logic in future papers.

Acknowledgments

We thank the referee for his/her detailed comments.

References

- [1] Almukdad, A. and Nelson, D.: Constructible falsity and inexact predicates, *Journal of Symbolic Logic*, **49** (1984), pp. 231-233.
- [2] da Costa, N.C.A. and Dubikajtis, L.: On Jaskowski's discursive logic, in A.I. Arruda, N.C.A. da Costa and R. Chuaqui (eds.), *Non-Classical Logics, Model Theory and Computability*, pp.37-56, North-Holland, Amsterdam, 1977.
- [3] Jaskowski, S.: Propositional calculus for contradictory deductive systems (in Polish), *Studia Societatis Scientiarum Torunensis, Sectio A*, **1** (1948), pp. 55-77.
- [4] Jaskowski, S.: On the discursive conjunction in the propositional calculus for inconsistent deductive systems (in Polish), *Studia Societatis Scientiarum Torunensis, Sectio A*, **8** (1949), pp. 171-172.
- [5] Kotas, J.: The axiomatization of S. Jaskowski's discursive logic, *Studia Logica*, **33** (1974), pp. 195-200.
- [6] Nelson, D.: Constructible falsity, *Journal of Symbolic Logic*, **14** (1949), pp. 16-26.
- [7] Thomason, R.H.: Semantical study of constructible falsity, *Zeitschrift für mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik*, **15** (1969), pp. 247-257.
- [8] Vorob'ev, N.N.: A constructive propositional calculus with strong negation (in Russian), *Doklady Akademii Nauk SSSR*, **85** (1952), pp. 465-468.

Meio de Publicação: Periódico

Título do Texto: *Constructive Discursive Logic with Strong Negation*

Autores: S. Akama; J. M. Abe; K. Nakamatsu

Título do Meio de Publicação: Periódico

Local da Publicação: Bruxelas -Bélgica

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Academic and Scientific Publishers (ASP)

Edição: 1

Página inicial e página final: 1-7

ISSN: 0024-5836

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Inteligência Computacional e Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***CURRY SYSTEMS FOR ALGEBRAISATION
OF SOME NON-CLASSICAL LOGICS***

Jair Minoro Abe*

Graduate Program in Production Engineering,

ICET – Paulista University,

São Paulo, Brazil

and

Institute for Advanced Studies,

University of São Paulo,

São Paulo, Brazil

Email: jairabe@uol.com.br

*Corresponding author

Kazumi Nakamatsu

School of Human Science and Environment,

University of Hyogo,

Himeji, Japan

Email: nakamatu@shse.u-hyogo.ac.jp

Abstract: With the appearance of several non-classical logics notably over the past decades, one natural question arises: What is the algebraic version of these logics? In this paper, we discuss some applications of the concept of Curry algebra for algebraisation of some paraconsistent, paracomplete and non-alethic logics. Such concept is also correlated with some fundamental themes in logic, such as computability, constructability, topology and many other basic branches.

Keywords: Curry algebra; algebraic logic; paraconsistent logics; paracomplete logics; non-alethic logics.

Reference to this paper should be made as follows: Abe, J.M. and Nakamatsu, K. (2011) ‘Curry systems for algebraisation of some non-classical logics’, *Int. J. Reasoning-Based Intelligent Systems*, Vol. 3, No. 1, pp. 59–69.

Biographical notes: Jair Minoro Abe is currently Full Professor at the Graduate Program in Production Engineering, Paulista University, and Coordinator of the Logic and Science Theory Area of Institute for Advanced Studies, University of São Paulo, São Paulo, Brazil. He received his

Doctor's degree from University of São Paulo in 1992. His current research interest includes paraconsistent annotated logic and application in AI, automation and robotics, biomedicine and production engineering.

Kazumi Nakamatsu is currently a Professor at School of Human Science and Environment in University of Hyogo, Japan. He received his Doctor's degree from Kyushu University, Japan. He has developed a paraconsistent annotated logic called EVALPSN and his research interest is mainly the application of EVALPSN to different systems in various fields.

1 Introduction

One of the most interesting questions raised with the appearance of the so-called non-classical logics recently is the algebraic version of such logics. Some well-established non-classical logics such as many-valued logics and intuitionistic logics have algebraic versions: e.g., MV algebras (Lukasiewicz algebras, Moisil algebras, etc.), Heyting algebras and so on. One interesting class of non-classical logics is the so-called paraconsistent logics. Roughly speaking, paraconsistent logics can serve the basis of theories in which there are formulas A and $\neg A$ (the negation of A) both true, without being trivial. Their dual logics are known as paracomplete logics. Intuitively, in such logics, theories based on them, there are formulas A and $\neg A$ (the negation of A) both false, without being trivial. A logic that is paraconsistent and paracomplete simultaneously is called non-alethic logics (Abe, 1992). Also in Abe (1998) is presented an Curry algebra for non-alethic logics (da Costa, 1989; Sylvan and Abe, 1996; Abe, 2001; Abe et al., 2007). Logic uses very important mathematical structures. That is true concerning with algebraic logic. Thus, we used classical algebraic logical structures like semi-lattice, Boolean algebras, monadic algebras, cylindric algebras, besides topological space.

In general, the algebraic structures in classical logic are obtained by quotient passage: one has a logical structure, choose a suitable equivalence relation compatible with the logical operations, and by passing to the quotient we get the structure that algebraises the system. By this process, one shows that Heyting algebras and Boolean algebras are respectively algebraisation of the intuitionistic propositional calculus and classical propositional calculus (Rosenbloom, 1950; Iséki, 1951; Jónsson and Tarski, 1951; Rasiowa and Sikorski, 1963; Iséki and Tanaka, 1978).

However, in some non-classical logics, sometimes we cannot use the method mentioned above. This happens when we do not have any significant congruence relation regarding the logical system in question. Also, even in classical logic, sometimes the passage to the quotient can mask important

facts. This succeeds, for instance, when we treat Smullyan tableaux and Hintikka set in the scope of classical propositional calculus.

In short, the use of pre-algebraic structure is relevant in situations like

1 when one does not have (or it is unknown) a reasonable congruence relation, in particular when the equivalence relation chosen is not compatible with all logical operations.

2 in situations even it is available a congruence relation, we do not want to pass to quotient in order to not mask significant facts.

In the first case, we have structures that we call Curry algebras; in the second, we use pre-algebras in the common sense.

Generalisation is an important concept in Mathematics. Curry systems can systematise a general theory of algebraisation. Actually, all mathematical treatment of logical notions can be viewed as Curry systems. More than this, enriching or modifying the concepts of Curry system, we can obtain as particular cases, logical matrix, Kripke structures, theory of models, which are not directly coped with problem of algebraisation. In a certain sense, we can say that logic reduces to the study of Curry systems. In what follows, we discuss the basic concepts of this paper (Barros et al., 1995a; Barros et al., 1995b).

2 Paraconsistent, paracomplete and non-alethic logics

In what follows, we sketch the non-classical logics discussed in the paper, establishing some conventions and definitions. Let T be a theory whose underlying logic is L . T is called inconsistent when it contains theorems of the forms A and $\neg A$ (the negation of A). If T is not inconsistent, it is called *consistent*. T is said to be *trivial* if all formulas of the language of T are also theorems of T . Otherwise, T is called *non-trivial*.

When L is classical logic (or one of several others, such as intuitionistic logic), T is inconsistent iff T is trivial. So, in trivial theories the extensions of the concepts of formula and theorem coincide. A *paraconsistent logic* is a logic that can be used as the basis for inconsistent but non-trivial theories. A *theory* is called *paraconsistent* if its underlying logic is a paraconsistent logic.

Issues such as those described above have been appreciated by many logicians. In 1910, the Russian logician Nikolaj A. Vasil'ev and the Polish logician Jan Lukasiewicz independently glimpsed the possibility of developing such logics. Nevertheless, Stanislaw Jaskowski was, in 1948, effectively the first logician to develop a paraconsistent system, at the propositional level. His system is known as 'discussive (or discursive) propositional calculus'. Independently, some years later, the Brazilian logician Newton C.A. da Costa constructed for the first time hierarchies of paraconsistent

propositional calculi C_i , $1 \leq i \leq \omega$ of paraconsistent first-order predicate calculi (with and without equality), of paraconsistent description calculi and paraconsistent higher-order logics (systems NF_i , $1 \leq i \leq \omega$). Another important class of non-classical logics are the paracomplete logics. A logical system is called *paracomplete* if it can function as the underlying logic of theories in which there are formulas such that these formulas and their negations are simultaneously false. Intuitionistic logic and several systems of many-valued logics are paracomplete in this sense (and the dual of intuitionistic logic, Brouwerian logic, is therefore paraconsistent).

As a consequence, paraconsistent theories do not satisfy the principle of non-contradiction, which can be stated as follows: of two contradictory propositions, i.e. one of which is the negation of the other, one must be false. Also, paracomplete theories do not satisfy the principle of the excluded middle, formulated in the following form: of two contradictory propositions, one must be true. Finally, logics which are simultaneously paraconsistent and paracomplete are called *non-alethic logics*.

Problems of various kinds give rise to these non-classical logics: for instance, the paradoxes of set theory, the semantic antinomies, some issues originating in dialectics, in Meinong's theory of objects, in the theory of fuzziness and in the theory of constructivity. However, one of the most amazing applications was obtained in recent years in artificial intelligence, automation and robotics, engineering, psychoanalysis, philosophy, among other fields. Throughout this paper, usual conventions and notions of naive set theory are assumed without extensive comments.

3 Curry systems

Definition 1: Suppose that in a non-empty set A is fixed an equivalence relation \equiv . We say that a n -ary operator φ on A is i -compatible with \equiv if for any $x_1, \dots, x_{i-1}, a, b, x_{i+1}, \dots, x_n \in A$, if $a \equiv b$, implies $\varphi(x_1, \dots, x_{i-1}, a, x_{i+1}, \dots, x_n) \equiv \varphi(x_1, \dots, x_{i-1}, b, x_{i+1}, \dots, x_n)$. The operator is said to be compatible (or monotonic) with \equiv if φ is i -compatible with \equiv for all $i = 1, \dots, n$. A relation R on A is said to be compatible with \equiv if $(x_1, \dots, x_n) \in R$ and $x_i \equiv x'_i$, $i = 1, \dots, n$ then $(x'_1, \dots, x'_n) \in R$.

Definition 2: A Curry system is a structure $\langle A, (\equiv)_{i \in I}, (S)_{j \in J}, (R)_{k \in K}, (\varphi)_{l \in L}, (C)_{m \in M} \rangle$ such that:

- 1 $A \neq \emptyset$
- 2 $(\equiv)_{i \in I}$ is a collection of equivalence relations
- 3 $(S)_{j \in J}$ is a family of subsets of A
- 4 $(R)_{k \in K}$ is a finite collection of relations on A

5 $(\varphi)_{l \in L}$ is a family of operations on A

6 $(C)_{m \in M}$ is a finite collection of elements of A .

Normally we consider a unique equivalence relation \equiv in a Curry system.

Definition 3: A Curry system is called a pre-algebra if the collection $(S)_{j \in J}$ is empty and all operations and relations regarding \equiv are monotonic.

Definition 4: A Curry system is called a Curry algebra if there is at least one non-monotonic operation or relation on A .

Example 1: A system $\langle A, \equiv, \leq \rangle$ is called a pre-ordered system if

1 For all $x \in A$, $x \leq x$

2 For all $x, y, z \in A$, $x \leq y$ and $y \leq z$ imply $x \leq z$

3 For all $x, y, x', y' \in A$, $x \leq y$, $x \equiv x'$, and $y \equiv y'$ imply $x' \leq y'$.

A pre-ordered system $\langle A, \equiv, \leq \rangle$ is called a partially ordered system if

1 For all $x, y \in A$, $x \leq y$ and $y \leq x$ imply $x \equiv y$.

A partially ordered system $\langle A, \equiv, \leq \rangle$ is called a pre-lattice system if

2 For all $x, y \in A$, the set of $\sup\{x, y\} \neq \emptyset$ and the set of $\inf\{x, y\} \neq \emptyset$. We denote by $x \vee y$ one element of the set of $\sup\{x, y\}$ and by $x \wedge y$ one element of the set of $\inf\{x, y\}$.

A system $\langle A, \equiv, \leq, \rightarrow \rangle$ is called an implicative pre-lattice if $\langle A, \equiv, \leq \rangle$ is a pre-lattice, and for all $x, y, z \in A$

3 $x \wedge (x \rightarrow y) \leq y$

4 $x \wedge y \leq z$ iff $x \leq y \rightarrow z$.

A system $\langle A, \equiv, \leq, \rightarrow \rangle$ is called classic implicative pre-lattice if it is an implicative pre-lattice and

5 $(x \rightarrow y) \rightarrow x \leq x$ (Peirce's law).

With earlier example we can have an idea how we can extend the majority of algebraic systems to pre-algebraic systems considering an equivalence relation \equiv instead of equality relation. In this way, we can obtain Boolean pre-algebras, pre-filters, pre-lattices, etc. (Rosenbloom, 1950; Curry, 1952; Kleene, 1952; Sikorski, 1964; Bell and Slomson, 1971; Curry, 1977; Grätzer, 1978; Grätzer, 1979).

Now we give a concrete example of a Curry algebra. It is obtained with the logical systems C_n ($1 \leq n < \omega$) (Abe et al., 2007).

The primitive symbols of the language L of the calculus C_1 are the following:

1 Propositional variables (a denumerable set of propositional variables)

2 \rightarrow (implication)

3 \wedge (conjunction)

4 \vee (disjunction)

5 \neg (negation)

6 parentheses.

Formulas are defined in the usual manner. In L , we put:

Definition 5: Let A be any formula. Then A° is shorthand for $\neg(A \wedge \neg A)$.

Definition 6: We write $A \leftrightarrow B$ for $(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$.

The postulates (axiom schemes and inference rules) of C_1 : A, B and C are formulas whatsoever.

1 $A \rightarrow (B \rightarrow A)$

2 $(A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C))$

2 $\frac{A, A \rightarrow B}{B}$

4 $A \wedge B \rightarrow A$

5 $A \wedge B \rightarrow B$

6 $A \rightarrow (B \rightarrow (A \wedge B))$

7 $A \rightarrow A \vee B$

8 $B \rightarrow A \vee B$

9 $(A \rightarrow C) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow ((A \vee B) \rightarrow C))$

10 $B^\circ \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow \neg B) \rightarrow \neg A))$

11 $A^\circ \wedge B^\circ \rightarrow (A \wedge B)^\circ \wedge (A \vee B)^\circ \wedge (A \rightarrow B)^\circ$

12 $\neg\neg A \rightarrow A$

13 $A^\circ \rightarrow (\neg A)^\circ$

Theorem 1: In C_1 , all valid schemes and rules of classical positive propositional logic are true.

In particular, the deduction theorem is valid in C_1 .

Proof: Immediate consequence of postulates (1)–(9).

In C_1 , A° expresses intuitively that the formula A ‘behaves’ classically, so that the motivation of the postulates (10), (11) and (13) is clear. Furthermore, in this calculus, the set of all well-behaved formulas together with the connectives \rightarrow , \wedge , \vee and \neg has all the properties of classical implication, conjunction, disjunction and negation, respectively. Therefore, the classical propositional calculus is contained in C_1 , though it constitutes a strict sub-calculus of the former. It is not difficult to prove conditions (1), (2), (3) and (4) of the previous paragraph.

Theorem 2: In C_1 , the following schemes are not valid:

- 1 $(A \wedge \neg A) \rightarrow B$
- 2 $(A \wedge \neg A) \rightarrow \neg B$
- 3 $A \rightarrow (\neg A \rightarrow B)$
- 4 $(A \leftrightarrow \neg A) \rightarrow B$
- 5 $(A \leftrightarrow \neg A) \rightarrow \neg B$
- 6 $A \rightarrow \neg\neg A$
- 7 $(\neg A \wedge (A \vee B)) \rightarrow B$
- 8 $(A \rightarrow B) \rightarrow (\neg B \rightarrow \neg A)$
- 9 $\neg(A \wedge \neg A)$

Theorem 3: C_1 is not trivial.

Let's define the operator $\neg^* A =_{\text{Def.}} \neg A \wedge A^\circ$ (i.e. the negation of a well-behaved formula A). Such operator \neg^* is called strong negation and it is possible to proof in C_1 that with remaining connectives \wedge , \vee and \rightarrow they have all properties of classical connectives of negation, conjunction, disjunction and implication, respectively. In short, the classical logic is contained in C_1 .

4 The Curry algebra C_1

Definition 7: A Curry algebra C_1 (or a C_1 -algebra) is an implicative pre-lattice $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ with a maximum element 1 and operators \wedge , \vee and $'$ satisfying the conditions below, where $x^\circ =_{\text{Def.}} (x \wedge x')$:

- 1 $x \vee x' \equiv 1$
- 2 $x'' \leq x$
- 3 $y \leq (x \rightarrow y) \rightarrow ((x \rightarrow y') \rightarrow x')$
- 4 $x \wedge y \leq (x \rightarrow y)^\circ$
- 5 $x \wedge y \leq (x \wedge y)^\circ$
- 6 $x \wedge y \leq (x \vee y)^\circ$
- 7 $x \leq (x')^\circ$

Example 2: Let us consider the calculus C_1 . A is the set of all formulas of C_1 . Let us consider as operations, the logical connectives of conjunction, disjunction, implication and negation. Let us define the relation on A .

$x \equiv y$ iff $\vdash x \leftrightarrow y$. It is easy to check that \equiv is an equivalence relation on A .

$x \leq y$ iff $x \equiv x \wedge y$ and $y \leq x$ iff $y \equiv x \wedge y$. Also we take 1 as any fixed axiom instance.

The structure composed $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ is a C_1 -algebra.

Theorem 4: Let us $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a C_1 -algebra. Then the operator $'$ is non-monotone relatively \equiv .

Proof: See Eytan (1975).

The earlier theorem says that every quotient algebra in the calculus C_1 is trivial. It is worthwhile to observe that Curry (1977) mentioned the existence of such non-monotone operators, but did not give any concrete example.

Theorem 5: A C_1 -algebra is distributive and has a greatest element, as well as a first element.

Definition 8: Let x be an element of a C_1 -algebra. We put $x^* = x' \wedge x^\circ$.

Theorem 6: In a C_1 -algebra, x^* is a Boolean complement of x ; so $x \vee x^* \equiv 1$ and $x \wedge x^* \equiv 0$. Moreover, in a C_1 -algebra, the structure composed by the underlying set and by operations \wedge, \vee , and $*$ is a (pre) Boolean algebra. If we pass to the quotient by the basic relation \equiv , we obtain a Boolean algebra in the usual sense.

Definition 9: Let $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a C_1 -algebra and $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, * \rangle$ the Boolean algebra obtained as in the above theorem. Any Boolean algebra that is isomorphic to the quotient algebra of $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, * \rangle$ by \equiv is called Boolean algebra *associated with the C_1 -algebra*.

Hence, we have the following representation theorems for C_1 -algebras.

Theorem 7: Any C_1 -algebra is associated with a field of sets. Moreover, any C_1 -algebra is associated with the field of sets simultaneously open and closed of a totally disconnected compact Hausdorff space (da Costa, 1963; da Costa, 1966; da Costa, 1967a; da Costa, 1967b; da Costa, 1974; Fidel, 1977).

One open problem concerning C_1 -algebras remains. How many non-isomorphic associated with the C_1 -algebra are there?

5 Some generalizations

In this section, we show a chain of Curry algebras beginning with the C_1 -algebra.

5.1 The Curry algebras C_n ($1 < n < \omega$)

Let $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a C_1 -algebra. If $x \in A$, x^1 abbreviates x . x^n ($1 < n < \omega$) abbreviates

$\underbrace{x \dots x}_n$. Also, $x^{(1)}$ abbreviates x^1 . $x^{(n+1)}$ ($1 < n < \omega$) abbreviates $x^{(n)} \wedge x^{n-1}$.

Definition 10: A C_n -algebra ($1 < n < \omega$) is an implicative pre-lattice $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ with a first element 1 and operators \wedge, \vee and $'$ satisfying the conditions:

- 1 $x \vee x' \equiv 1$
- 2 $x'' \leq x$
- 3 $y^{(n)} \leq (x \rightarrow y) \rightarrow ((x \rightarrow y') \rightarrow x')$
- 4 $x^{(n)} \wedge y^{(n)} \leq (x \rightarrow y)^{(n)}$
- 5 $x^{(n)} \wedge y^{(n)} \leq (x \wedge y)^{(n)}$
- 6 $x^{(n)} \wedge y^{(n)} \leq (x \vee y)^{(n)}$
- 7 $x^{(n)} \leq (x')^{(n)}$

Usual algebraic structural concepts like homomorphism, monomorphism, etc., can be introduced for Curry algebras without extensive comments.

Theorem 8: Every C_n -algebra is embedded in any C_{n-1} -algebra ($1 < n < \omega$).

Corollary 1: Every C_n -algebra ($1 < n < \omega$) is embedded in any C_1 -algebra.

If we indicate a C_n -algebra by C_n , the embedding hierarchy can be represented as:

$$C_1 > C_2 > \dots > C_n > \dots$$

5.2 The Curry algebra C_ω

Definition 11: A C_ω -algebra is an implicative pre-lattice $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ with a first element 1 and operators \wedge, \vee and $'$ satisfying the conditions:

- 1 $x \vee x' \equiv 1$
- 2 $x'' \leq x$

Example 3: The following structure $\langle \{1, 2, 3\}, \{1, 2\}, \rightarrow, \wedge, \vee, \neg \rangle$ is a C_ω -algebra:

Table 1 Operations

$A \rightarrow B$	$A \wedge B$																																
<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">$A \setminus B$</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> </table>	$A \setminus B$	1	2	3	1	1	1	3	2	1	1	3	3	1	1	1	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">$A \setminus B$</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> </table>	$A \setminus B$	1	2	3	1	1	1	3	2	1	1	3	3	1	1	1
$A \setminus B$	1	2	3																														
1	1	1	3																														
2	1	1	3																														
3	1	1	1																														
$A \setminus B$	1	2	3																														
1	1	1	3																														
2	1	1	3																														
3	1	1	1																														
$A \vee B$	$\neg A$																																
<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">$A \setminus B$</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> </table>	$A \setminus B$	1	2	3	1	1	1	3	2	1	1	3	3	1	1	1	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">$A \setminus B$</td> <td style="padding: 5px;">$\neg A$</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">1</td> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">2</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> </table>	$A \setminus B$	$\neg A$	1	3	2	2	3	1								
$A \setminus B$	1	2	3																														
1	1	1	3																														
2	1	1	3																														
3	1	1	1																														
$A \setminus B$	$\neg A$																																
1	3																																
2	2																																
3	1																																

The operator \neg is not compatible with equivalence relation among formulas of the logic C_ω . In general, the C_ω -algebras do not possess a lower element but it can be extended to have a lower element (Abe, 1998). If we have a C_ω -algebra $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$, every Curry system isomorphic to the quotient algebra $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ by \equiv is called an implicative pre-lattice associated to $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$. Thus, every implicative pre-lattice associated to $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ is a Heyting algebra or a maximal filter of a Heyting algebra (with or without first element).

There are not so many studies regarding algebraic versions of the systems C_n^* ($1 \leq n \leq \omega$) (predicate calculi of the systems C_n). We propose in the sequence some extensions of the C_1 -algebras.

6 c_1^* -monadic algebras

In this section, we introduce the monadic Curry algebra C_1^* (Abe et al., 2009a).

Definition 12: Let A be a C_1 -algebra. Let \exists (existential quantifier) and \forall (universal quantifier) be operators on A . (\exists, \forall) is called a quantifier on A if

- 1 $\exists 0 \equiv 0$
- 2 $x \leq \exists x$
- 3 $\exists(x \vee y) \equiv \exists x \vee \exists y$
- 4 $\exists \exists x \equiv \exists x$
- 5 $\exists(\exists x)^* \equiv (\exists x)^*$
- 6 $\exists(x \wedge \exists y) \equiv \exists x \wedge \exists y$
- 7 $\forall 1 \equiv 1$

$$8 \quad \forall x \leq x$$

$$9 \quad \forall(x \vee y) \equiv \forall x \vee \forall y$$

$$10 \quad \forall \forall x \equiv \forall x$$

$$11 \quad \forall(\forall x)^* \equiv (\forall x)^*$$

We suppose in the above definition that if $x \equiv y$, then $\exists x \equiv \exists y$ and $\forall x \equiv \forall y$. \exists is called existential quantifier on A and \forall is called universal quantifier on A . The pair $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$ is called a monadic Curry algebra C_1^* or a C_1^* -monadic algebra (or C_1^* -algebra).

Given a Curry algebra C_1 , let us assume that there is a universal quantifier defined on it, i.e. a structure $\langle A, \forall \rangle$ such that conditions (7)–(11) above are satisfied. If we define $\exists_1 x =_{\text{Def.}} (\forall x^*)^*$, then \exists_1 is an existential quantifier (i.e. satisfying 1–6) and the structure composed by $\langle A, (\exists_1, \forall) \rangle$ is a C_1^* -monadic algebra. Also, we can get a monadic algebra considering an existential quantifier \exists on a Curry algebra C_1 satisfying conditions (1)–(6) of above definition and defining a universal quantifier (i.e. satisfying 7–11) as $\forall_1 x =_{\text{Def.}} (\exists x^*)^*$. Then the structure composed by $\langle A, (\exists, \forall_1) \rangle$ is a C_1^* -monadic algebra. Given a Curry algebra C_1 , in general, the algebras obtained $\langle A, (\exists_1, \forall) \rangle$ and $\langle A, (\exists, \forall_1) \rangle$ are not isomorphic. Also, given a C_1^* -monadic algebra $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$, define the new quantifiers \exists_1 and \forall_1 . In general, we have $\exists_1 \neq \exists$ and $\forall_1 \neq \forall$.

Let C be a C_1 -algebra and $A = \{(x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_i \in C, i = 1, 2, \dots, n\}$. Let us suppose that if $x, y \in A$, then $x \vee y \in A$ and $\neg x \in A$, and if $(x_1, x_2, \dots, x_n), (y_1, y_2, \dots, y_n) \in A$ we define $(x_1, x_2, \dots, x_n) \equiv (y_1, y_2, \dots, y_n)$ iff $x_i \equiv y_i, i = 1, 2, \dots, n$.

Also, we put
$$\bar{x} = \bigvee_{i=1}^n x_i, \quad \underline{x} = \bigwedge_{i=1}^n x_i, \quad \text{and we assume that } \underbrace{(\bar{x}, \dots, \bar{x})}_{n\text{-times}}, \underbrace{(\underline{x}, \dots, \underline{x})}_{n\text{-times}} \in A.$$

If we define $\exists x = (\bar{x}, \dots, \bar{x})$ and $\forall x = (\underline{x}, \dots, \underline{x})$, then A is a C_1^* -monadic algebra.

A more useful example of C_1^* -monadic algebra is the following. Let C be a C_1 -algebra, a set $K \neq \emptyset$, and C^K is the set of all functions of K into C . Let A be the set such that:

- 1 A is a C_1 -algebra with respect to the pointwise operations
- 2 if $x \in A$, then the range of x has a supremum \bar{x} and a infimum \underline{x} in C , and the functions that take the value \bar{x} at each point of K and \underline{x} at each point of K are in A .

If $\exists x$ and $\forall x$ are defined to be those functions, then A becomes a C_1^* -monadic algebra. Every C_1^* -monadic algebra obtained in this way is called a C -valued functional algebra with domain K .

Now we discuss some aspects of the algebraic structures originated in our discussion. In fact, the matter is very rich, but due limitations of this paper we'll concern only on some of them.

Theorem 9: In a C_1^* -monadic algebra $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$, the structure composed by the underlying set and by operations $\wedge, \vee, *, \exists$ and \forall is a (pre) monadic algebra. If we pass to the quotient by the basic relation \equiv , we obtain a monadic algebra in the usual sense (Abe, 1998).

Definition 13: Let $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$ be a C_1^* -monadic algebra, and $\langle A, \equiv, \leq, \rightarrow, *, \exists, \forall \rangle$ the monadic algebra obtained as in the above theorem. Any monadic algebra that is isomorphic to the quotient algebra of $\langle A, \equiv, \leq, \rightarrow, *, \exists, \forall \rangle$ by \equiv is called monadic algebra *associated with the C_1^* -monadic algebra*.

Hence, we can establish the following representation theorems for C_1^* -monadic algebras.

Theorem 10: If C is a C_1^* -monadic algebra, then for its associated monadic algebra A there exists a set X and there exists a Boolean algebra B , such that (a) A is isomorphic to a B -valued functional algebra A' with domain X and (b) for every element p of A' there exists a point x in X with $p(x) = \exists p(x)$.

Definition 13 and Theorem 10 show us that C_1^* -monadic algebras constitute interesting generalisation of the concept of monadic algebras. Here, there is an open problem. How many non-isomorphic monadic algebras associated with a C_1^* -monadic algebra are there?

7 The Curry algebra P_1

Definition 14: A Curry algebra P_1 (or a P_1 -algebra) is a classical implicative pre-lattice $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ with a greatest element 1 and operators \wedge, \vee and $'$ satisfying the conditions below, where $x^\# =_{\text{Def.}} x \vee x'$:

- 1 $x \leq x''$
- 2 $(x \wedge x') \equiv 1$
- 3 $x^\# \wedge y^\# \leq (x \rightarrow y)^\#$
- 4 $x^\# \wedge y^\# \leq (x \wedge y)^\#$
- 5 $x^\# \wedge y^\# \leq (x \vee y)^\#$
- 6 $x^\# \leq (x')^\#$
- 7 $x^\# \leq (x \rightarrow y) \rightarrow ((x \rightarrow y') \rightarrow x')$
- 8 $x \leq (x' \rightarrow y)$

Example 4: Let us consider the calculus P_1 . A is the set of all formulas of P_1 (da Costa and Marconi, 1986). Let us consider as operations, the logical connectives of conjunction, disjunction, implication and negation. Let us define the relation on A :

$x \equiv y$ iff $\vdash x \leftrightarrow y$. It is easy to check that \equiv is an equivalence relation on A .

$x \leq y$ iff $x \equiv x \wedge y$ and $y \leq x$ iff $y \equiv x \wedge y$. Also we take as 1 any fixed axiom instance.

The structure composed $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ is a P_1 -algebra.

Theorem 11: Let us $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a P_1 -algebra. Then the operator $'$ is non-monotone relatively \equiv .

Theorem 12: A P_1 -algebra is distributive and has a greatest element, as well as a first element.

Definition 15: Let x be an element of a P_1 -algebra. We put $x^* = x \rightarrow (y \wedge y')$, where y is a fixed element.

Theorem 13: In a P_1 -algebra, x^* is a Boolean complement of x ; so $x \vee x^* \equiv 1$ and $x \wedge x^* \equiv 0$. Moreover, in a P_1 -algebra, the structure composed by the underlying set and by operations \wedge, \vee and $*$ is a (pre) Boolean algebra. If we pass to the quotient by the basic relation \equiv , we obtain a Boolean algebra in the usual sense.

Definition 16: Let $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a P_1 -algebra and $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, * \rangle$ the Boolean algebra obtained as in the above theorem. Any Boolean algebra that is isomorphic to the quotient algebra of $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, * \rangle$ by \equiv is called Boolean algebra *associated with the P_1 -algebra*.

Hence, we have the following representation theorems for P_1 -algebras.

Theorem 14: Any P_1 -algebra is associated with a field of sets. Moreover, any P_1 -algebra is associated with the field of sets simultaneously open and closed of a totally disconnected compact Hausdorff space.

One open problem concerning P_1 -algebras remains. How many non-isomorphic associated with the P_1 -algebra are there?

8 The P_n -algebras

Now we show a chain of Curry algebras beginning with the P_1 -algebra.

Let $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a P_1 -algebra. If $x \in A$, x^1 abbreviates $x^\#$. x^n ($1 < n < \omega$) abbreviates $x^\# \wedge x^{\#\#} \wedge \dots \wedge x^{\#\#\dots\#}$, where the symbol $\#$ occurs n times. Also, $x^{(n)}$ abbreviates $x^1 \wedge x^2 \wedge \dots \wedge x^n$.

Definition 17: A P_n -algebra ($1 < n < \omega$) is an implicative pre-lattice $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ with a first element 1 and operators \wedge, \vee and $'$ satisfying the conditions:

- 1 $x \leq x''$
- 2 $(x \wedge x') \equiv 1$
- 3 $x^{(n)} \wedge y^{(n)} \leq (x \rightarrow y)^{(n)}$
- 4 $x^{(n)} \wedge y^{(n)} \leq (x \wedge y)^{(n)}$
- 5 $x^{(n)} \wedge y^{(n)} \leq (x \vee y)^{(n)}$

$$6 \quad x^{(n)} \leq (x')^{(n)}$$

$$7 \quad x^{(n)} \leq (x \rightarrow y) \rightarrow ((x \rightarrow y') \rightarrow x')$$

$$8 \quad x \leq (x' \rightarrow y)$$

Usual algebraic structural concepts like homomorphism, monomorphism, etc., can be introduced for Curry algebras without extensive comments.

Theorem 15: Every P_n -algebra is embedded in any P_{n-1} -algebra ($1 < n < \omega$).

Corollary 2: Every P_n -algebra ($1 < n < \omega$) is embedded in any P_1 -algebra.

If we indicate a P_n -algebra by P_n , the embedding hierarchy can be represented as

$$P_1 > P_2 > \dots > P_n > \dots$$

Definition 18: A P_ω -algebra is an implicative pre-lattice $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ with a first element 1 and operators \wedge, \vee and $'$ satisfying the conditions:

$$1 \quad (x \wedge x')' \equiv 1$$

$$2 \quad x \leq (x' \rightarrow y)$$

$$3 \quad x \leq x''$$

We propose in the sequence some extensions of the P_1 -algebras.

9 p_1^* -monadic algebras

In this section, we present some monadic Curry algebras P_1^* (Abe et al., 2009b).

Definition 19: Let A be a P_1 -algebra. Let \exists and \forall be operators on A . (\exists, \forall) is called a quantifier on A if

$$1 \quad \exists 0 \equiv 0$$

$$2 \quad x \leq \exists x$$

$$3 \quad \exists(x \vee y) \equiv \exists x \vee \exists y$$

$$4 \quad \exists \exists x \equiv \exists x$$

$$5 \quad \exists(\exists x)^* \equiv (\exists x)^*$$

$$6 \quad \exists(x \wedge \exists y) \equiv \exists x \wedge \exists y$$

$$7 \quad \forall 1 \equiv 1$$

$$8 \quad \forall x \leq x$$

$$9 \quad \forall(x \vee y) \equiv \forall x \vee \forall y$$

$$10 \quad \forall \forall x \equiv \forall x$$

$$11 \quad \forall(\forall x)^* \equiv (\forall x)^*$$

We suppose in the above definition that if $x \equiv y$, then $\exists x \equiv \exists y$ and $\forall x \equiv \forall y$. \exists is called existential quantifier on A and \forall is called universal quantifier on A . The pair $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$ is called a monadic Curry algebra P_1^* or a P_1^* -monadic algebra (or P_1^* -algebra).

Given a Curry algebra P_1 , let us assume that there is a universal quantifier defined on it, i.e. a structure $\langle A, \forall \rangle$ such that conditions (7)–(11) above are satisfied. If we define $\exists_1 x =_{\text{Def.}} (\forall x^*)^*$, then \exists_1 is an existential quantifier (i.e. satisfying 1–6) and the structure composed by $\langle A, (\exists_1, \forall) \rangle$ is a P_1^* -monadic algebra. Also, we can get a monadic algebra considering an existential quantifier \exists on a Curry algebra P_1 satisfying conditions (1)–(6) of above definition and defining a universal quantifier (i.e. satisfying 7–11) as $\forall_1 x =_{\text{Def.}} (\exists x^*)^*$. Then the structure composed by $\langle A, (\exists, \forall_1) \rangle$ is a P_1^* -monadic algebra. Given a Curry algebra P_1 , in general, the algebras obtained $\langle A, (\exists_1, \forall) \rangle$ and $\langle A, (\exists, \forall_1) \rangle$ are not isomorphic. Also, given a P_1^* -monadic algebra $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$, define the new quantifiers \exists_1 and \forall_1 . In general, we have $\exists_1 \neq \exists$ and $\forall_1 \neq \forall$.

Let P be a P_1 -algebra and $A = \{(x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_i \in C, i = 1, 2, \dots, n\}$. Let us suppose that if $x, y \in A$, then $x \vee y \in A$ and $x' \in A$, and if $(x_1, x_2, \dots, x_n), (y_1, y_2, \dots, y_n) \in A$ we define $(x_1, x_2, \dots, x_n) \equiv (y_1, y_2, \dots, y_n)$ iff $x_i \equiv y_i, i = 1, 2, \dots, n$.

Also, we put $\bar{x} = \bigvee_{i=1}^n x_i, \underline{x} = \bigwedge_{i=1}^n x_i$, and we assume that $(\underbrace{\bar{x}, \dots, \bar{x}}_{n\text{-times}}, \underbrace{\underline{x}, \dots, \underline{x}}_{n\text{-times}}) \in A$. If we define $\exists x = (\bar{x}, \dots, \bar{x})$ and $\forall x = (\underline{x}, \dots, \underline{x})$, then A is a C_1^* -monadic algebra.

A more useful example of P_1^* -monadic algebra is the following. Let P be a P_1 -algebra, a set $K \neq \emptyset$, and P^K is the set of all functions of K into P . Let A be the set such that (a) A is a P_1 -algebra with respect to the pointwise operations and (b) if $x \in A$, then the range of x has a supremum \bar{x} and a infimum \underline{x} in P , and the functions that take the value \bar{x} at each point of K and \underline{x} at each point of K are in A . If $\exists x$ and $\forall x$ are defined to be those functions, then A becomes a P_1^* -monadic algebra. Every P_1^* -monadic algebra obtained in this way is called a P -valued functional algebra with domain K .

Now we discuss some results of the algebraic structures originated in our discussion. In fact, the matter is very rich, but due limitations of this paper we will concern only on some of them.

Theorem 16: In a P_1^* -monadic algebra $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$, the structure composed by the underlying set and by operations $\wedge, \vee, *, \exists$ and \forall is a (pre) monadic algebra. If we pass to the quotient by the basic relation \equiv , we obtain a monadic algebra in the usual sense (Barros et al., 1995).

Definition 20: Let $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$ be a P_1^* -monadic algebra, and $\langle A, \equiv, \leq, \rightarrow, *, \exists, \forall \rangle$ the monadic algebra obtained as in the above theorem. Any monadic algebra that is isomorphic to the quotient algebra of $\langle A, \equiv, \leq, \rightarrow, *, \exists, \forall \rangle$ by \equiv is called monadic algebra *associated with the P_1^* -monadic algebra*.

Hence, we can establish the following representation theorems for P_1^* -monadic algebras (Abe, 1987).

Theorem 17: If P is a P_1^* -monadic algebra, then for its associated monadic algebra A , there exists a set X and there exists a Boolean algebra B , such that (a) A is isomorphic to a B -valued functional algebra A' with domain X and (b) for every element p of A' there exists a point x in X with $p(x) = \exists p(x)$.

Theorems 16 and 17 show us that P_1^* -monadic algebras constitute interesting generalisation of the concept of monadic algebras. Here, there is an open problem. How many non-isomorphic monadic algebras associated with a P_1^* -monadic algebra are there?

10 The Curry algebra N_1

Definition 21: A Curry algebra N_1 (or a N_1 -algebra) is a classical implicative pre-lattice $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ with a greatest element 1 and operators \wedge, \vee and $'$ satisfying the conditions, where $x^\circ =_{\text{Def.}} (x \wedge x')$ and $x^\# =_{\text{Def.}} x \vee x'$:

- 1 $x^\circ \wedge y^\# \leq ((x \rightarrow y) \rightarrow ((x \rightarrow y') \rightarrow x'))$
- 2 $x^\circ \wedge y^\circ \leq (x \rightarrow y)^\circ \wedge (x \wedge y)^\circ \wedge (x \vee y)^\circ \wedge (x')^\circ$
- 3 $x^\# \wedge y^\# \leq (x \rightarrow y)^\# \wedge (x \wedge y)^\# \wedge (x \vee y)^\# \wedge (x')^\#$
- 4 $x^\circ \leq (x \rightarrow x'^{\circ}) \wedge (x \rightarrow (x' \rightarrow y))$
- 5 $x^\# \leq x'^{\circ} \rightarrow x$
- 6 $x^\circ \vee x^\# \equiv 1$

Example 5: Let us consider the calculus N_1 . A is the set of all formulas of N_1 . Let us consider as operations, the logical connectives of conjunction, disjunction, implication and negation. Let us define the relation on A :

$x \equiv y$ iff $\vdash x \leftrightarrow y$. It is easy to check that \equiv is an equivalence relation on A .

$x \leq y$ iff $x \equiv x \wedge y$ and $y \leq x$ iff $y \equiv x \wedge y$. Also we take as 1 any fixed axiom instance.

The structure composed $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ is a N_1 -algebra.

Theorem 18: Adding the postulate $(x \wedge x')' \equiv 1$ we obtain a P_1 -algebra.

Theorem 19: Adding the postulate $x \vee x' \equiv 1$ we obtain a C_1 -algebra.

Theorem 20: Adding the postulates $(x \wedge x')' \equiv 1$ and $x \vee x' \equiv 1$ we obtain a (pre) Boolean algebra.

Theorem 21: Let us $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a N_1 -algebra. Then the operator $'$ is non-monotone relatively \equiv .

Theorem 22: A N_1 -algebra is distributive and has a greatest element, as well as a first element.

Definition 22: Let x be an element of a N_1 -algebra. We put $x^* =_{\text{Def.}} x' \wedge x^\circ$.

Theorem 23: In a N_1 -algebra, x^* is a Boolean complement of x ; so $x \vee x^* \equiv 1$ and $x \wedge x^* \equiv 0$. Moreover, in a N_1 -algebra, the structure composed by the underlying set and by operations \wedge, \vee and $*$ is a (pre) Boolean algebra. If we pass to the quotient by the basic relation \equiv , we obtain a Boolean algebra in the usual sense.

Definition 23: Let $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a N_1 -algebra and $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, * \rangle$ the Boolean algebra obtained as in the above theorem. Any Boolean algebra that is isomorphic to the quotient algebra of $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, * \rangle$ by \equiv is called Boolean algebra *associated with the N_1 -algebra*.

Hence, we have the following representation theorems for N_1 -algebras.

Theorem 24: Any N_1 -algebra is associated with a field of sets. Moreover, any N_1 -algebra is associated with the field of sets simultaneously open and closed of a totally disconnected compact Hausdorff space.

One open problem concerning N_1 -algebras remains. How many non-isomorphic associated with the N_1 -algebra are there?

11 The N_n -algebras

In this section, we show a chain of Curry algebras beginning with the N_1 -algebra.

Let $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ be a N_1 -algebra. If $x \in A$, remember that $x^\circ =_{\text{Def.}} (x \wedge x')'$. x^1 abbreviates x° . x^n ($1 < n < \omega$) abbreviates $(x^{n-1})^\circ$. Also, $x^{(1)}$ abbreviates x^1 . $x^{(n)}$ ($1 < n < \omega$) abbreviates $x^{(n-1)} \wedge x^n$. Also if x^1 abbreviates $x^\#$ and x^n ($1 < n < \omega$) abbreviates $x^\# \wedge x^{\#\#} \wedge \dots \wedge x^{\#\#\dots\#}$ (where the symbol $\#$ occurs n times), $x^{[n]}$ abbreviates $x^1 \wedge x^2 \wedge \dots \wedge x^n$.

Definition 24: A N_n -algebra ($1 < n < \omega$) is an implicative pre-lattice $\langle A, \equiv, \leq, \wedge, \vee, \rightarrow, ' \rangle$ with a first element 1 and operators \wedge, \vee and $'$ satisfying the conditions:

- 1 $x^{(n)} \wedge y^{[n]} \leq ((x \rightarrow y) \rightarrow ((x \rightarrow y') \rightarrow x'))$
- 2 $x^{(n)} \wedge y^{(n)} \leq (x \rightarrow y)^{(n)} \wedge (x \wedge y)^{(n)} \wedge (x \vee y)^{(n)} \wedge (x')^{(n)}$
- 3 $x^{[n]} \wedge y^{[n]} \leq (x \rightarrow y)^{[n]} \wedge (x \wedge y)^{[n]} \wedge (x \vee y)^{[n]} \wedge (x')^{[n]}$
- 4 $x^{(n)} \leq (x \rightarrow x'') \wedge (x \rightarrow (x' \rightarrow y))$

$$5 \ x^{[n]} \leq x^{[n+1]} \rightarrow x$$

$$6 \ x^{(n)} \vee x^{[n]} \equiv 1$$

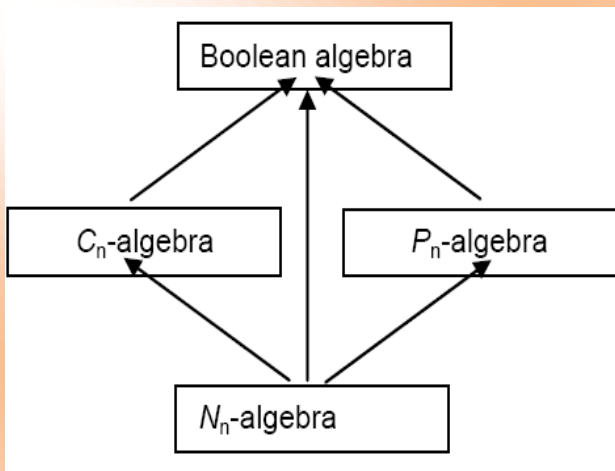
Usual algebraic structural concepts like homomorphism, monomorphism, etc., can be introduced for Curry algebras without extensive comments (Abe, 1996).

Theorem 25: Adding the postulate $x^{[n]} \equiv 1$ we obtain a C_n -algebra.

Theorem 26: Adding the postulate $x^{(n)} \equiv 1$ we obtain a P_n -algebra.

Theorem 27: Every N_n -algebra is embedded in any N_{n-1} -algebra ($1 < n < \omega$).

Figure 1 Relationship among algebras



Corollary 3: Every N_n -algebra ($1 < n < \omega$) is embedded in any N_1 -algebra.

If we indicate a N_n -algebra by N_n , the embedding hierarchy can be represented as

$$N_1 > N_2 > \dots N_n > \dots$$

We propose in the sequence some extensions of the N_1 -algebras.

12 N_1^* -monadic algebras

In this section, we present some monadic Curry algebras N_1^* .

Definition 25: Let A be a N_1 -algebra. Let \exists and \forall be operators on A . (\exists, \forall) is called a quantifier on A if

$$1 \ \exists 0 \equiv 0$$

$$2 \ x \leq \exists x$$

$$3 \ \exists(x \vee y) \equiv \exists x \vee \exists y$$

$$4 \ \exists \exists x \equiv \exists x$$

$$5 \exists(\exists x)^* \equiv (\exists x)^*$$

$$6 \exists(x \wedge \exists y) \equiv \exists x \wedge \exists y$$

$$7 \forall 1 \equiv 1$$

$$8 \forall x \leq x$$

$$9 \forall(x \vee y) \equiv \forall x \vee \forall y$$

$$10 \forall \forall x \equiv \forall x$$

$$11 \forall(\forall x)^* \equiv (\forall x)^*$$

We suppose in the above definition that if $x \equiv y$, then $\exists x \equiv \exists y$ and $\forall x \equiv \forall y$. \exists is called existential quantifier on A and \forall is called universal quantifier on A . The pair $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$ is called a monadic Curry algebra N_1^* or a N_1^* -monadic algebra (or N_1^* -algebra).

Given a Curry algebra P_1 , let us assume that there is a universal quantifier defined on it, i.e. a structure $\langle A, \forall \rangle$ such that conditions (7)–(11) above are satisfied. If we define $\exists_1 x =_{\text{Def.}} (\forall x^*)^*$, then \exists_1 is an existential quantifier (i.e. satisfying 1–6) and the structure composed by $\langle A, (\exists_1, \forall) \rangle$ is a N_1^* -monadic algebra. Also, we can get a monadic algebra considering an existential quantifier \exists on a Curry algebra P_1 satisfying conditions (1)–(6) of above definition and defining a universal quantifier (i.e. satisfying 7–11) as $\forall_1 x =_{\text{Def.}} (\exists x^*)^*$. Then the structure composed by $\langle A, (\exists, \forall_1) \rangle$ is a N_1^* -monadic algebra. Given a Curry algebra N_1 , in general, the algebras obtained $\langle A, (\exists_1, \forall) \rangle$ and $\langle A, (\exists, \forall_1) \rangle$ are not isomorphic. Also, given a N_1^* -monadic algebra $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$, define the new quantifiers \exists_1 and \forall_1 . In general, we have $\exists_1 \neq \exists$ and $\forall_1 \neq \forall$.

Let N be a N_1 -algebra and $A = \{(x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_i \in N, i = 1, 2, \dots, n\}$. Let us suppose that if $x, y \in A$, then $x \vee y \in A$ and $x' \in A$, and if $(x_1, x_2, \dots, x_n), (y_1, y_2, \dots, y_n) \in A$ we define $(x_1, x_2, \dots, x_n) \equiv$

(y_1, y_2, \dots, y_n) iff $x_i \equiv y_i, i = 1, 2, \dots, n$. Also, we put $\bar{x} = \bigvee_{i=1}^n x_i, \underline{x} = \bigwedge_{i=1}^n x_i$, and we assume that

$(\underbrace{\bar{x}, \dots, \bar{x}}_{n\text{-times}}, \underbrace{\underline{x}, \dots, \underline{x}}_{n\text{-times}}) \in A$. If we define $\exists x = (\bar{x}, \dots, \bar{x})$ and $\forall x = (\underline{x}, \dots, \underline{x})$, then A is a N_1^* -monadic algebra.

A more useful example of N_1^* -monadic algebra is the following. Let N be a N_1 -algebra, a set $K \neq \emptyset$, and N^K is the set of all functions of K into N . Let A be the set such that: (a) A is a N_1 -algebra with respect to the pointwise operations and (a) if $x \in A$, then the range of x has a supremum \bar{x} and a infimum \underline{x} in N , and the functions that take the value \bar{x} at each point of K and \underline{x} at each point of K are in A . If $\exists x$ and $\forall x$ are defined to be those functions, then A becomes a N_1^* -monadic algebra.

Every N_1^* -monadic algebra obtained in this way is called an N -valued functional algebra with domain K .

Now we discuss some results of the algebraic structures originated in our discussion. In fact, the matter is very rich, but due limitations of this paper we will concern only on some of them.

Theorem 28: In a N_1^* -monadic algebra $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$, the structure composed by the underlying set and by operations $\wedge, \vee, *, \exists$ and \forall is a (pre) monadic algebra. If we pass to the quotient by the basic relation \equiv , we obtain a monadic algebra in the usual sense (Barros et al., 1995).

Definition 26: Let $\langle A, (\exists, \forall) \rangle$ be a N_1^* -monadic algebra, and $\langle A, \equiv, \leq, \rightarrow, *, \exists, \forall \rangle$ the monadic algebra obtained as in the above theorem. Any monadic algebra that is isomorphic to the quotient algebra of $\langle A, \equiv, \leq, \rightarrow, *, \exists, \forall \rangle$ by \equiv is called monadic algebra *associated with the N_1^* -monadic algebra*.

Hence, we can establish the following representation theorems for N_1^* -monadic algebras.

Theorem 29: If N is a N_1^* -monadic algebra, then for its associated monadic algebra A , there exists a set X and there exists a Boolean algebra B , such that (a) A is isomorphic to a B -valued functional algebra A' with domain X and (b) for every element p of A' there exists a point x in X with $p(x) = \exists p(x)$.

Theorem 28 and Definition 26 show us that N_1^* -monadic algebras constitute interesting generalisation of the concept of monadic algebras. Here, there is an open problem. How many non-isomorphic monadic algebras associated with a N_1^* -monadic algebra are there?

13 Conclusions

In this work, we have discussed some contributions of Curry systems. Many important mathematical concepts can be accommodated with the concept of Curry system. Let us elaborate the concept of constructibility operator in Heyting algebras. For this, let us start with a pre-Boolean algebra $\langle A, \wedge, \vee, ', 0, 1, \circ \rangle$ in which is defined an operator \circ . The intuitive interpretation of this operator is 'if $x \in A$ represents a proposition, then x° means that x is intuitionistically true (or constructively true). x° expresses that there exists an appropriate construction for x , i.e. x is true by construction. B° indicates the range of B by \circ and $x \rightarrow_\circ y$ abbreviates $(x \rightarrow y)^\circ$.

The postulates are as follows:

- 1 $x^{\circ\circ} \equiv x^\circ$
- 2 $x^\circ \leq x$
- 3 $(x \wedge y)^\circ \equiv x^\circ \wedge y^\circ$

4 If $x, y \in B^\circ$, then $x \wedge y, x \vee y \in B^\circ$

5 If $x, y, z \in B^\circ$, then $x \wedge z \leq y \Rightarrow z \leq x \rightarrow_o y$

The intuitive readings are clear; for instance, postulate (2) says that if x is constructively true, then x is classically true.

Let A be the Boolean algebra $\langle A, \wedge, \vee, ', 0, 1, \circ \rangle$ with the operator \circ . Then, the structure $\langle A^\circ, \wedge, \vee, \rightarrow, 0^\circ, 1^\circ \rangle$ where $0^\circ = 0$ and $1^\circ =_{\text{Def.}} x^\circ \rightarrow x^\circ$ is a Heyting algebra.

Theorem 30: Let $\langle A, \wedge, \vee, ', 0, 1, \circ \rangle$ be a pre-Boolean algebra with the operator \circ . If $x, y \in A$, $x \equiv y$ do not imply $x^\circ \equiv y^\circ$.

Proof: Let us consider the pre-Boolean algebra $\langle \{0, a, 1\}, \wedge, \vee, ', 0, 1, \circ \rangle$ with the basic equivalence relation \equiv defined by $0 \equiv 0, a \equiv a, a \equiv 1, 1 \equiv a, 1 \equiv 1$ and the operations $\wedge, \vee, '$ and \circ defined by:

Table 2 Operations

$x \wedge y$				$x \vee y$				$x'; x^\circ$		
$x \setminus y$	0	a	1	$x \setminus y$	0	a	1	x	x'	x°
0	0	0	0	0	0	a	1	0	1	0
a	0	a	a	a	a	a	1	a	0	0
1	0	a	1	1	1	1	1	1	0	1

We have $a \equiv 1$, but $a^\circ = 0$ and $1^\circ = 1$.

Theorem 31: Let $\langle A, \wedge, \vee, ', 0, 1, \circ \rangle$ be a pre-Boolean algebra with the operator \circ . The Peirce's law $(x \rightarrow y) \rightarrow x \leq x$ is not valid.

Theorem 32: Every pre-Boolean algebra with the constructibility operator is associated to an open sets algebra.

Let T be any mathematical theory. Certain propositions of T can be such that there is an effective method of computability for them. For instance, in the theory of differential equations, the existence of solutions is accompanied by a method that such solutions can be calculated with the approximation needed. If this happens, we say that such propositions x are computationally true and let us denote it by x^* . If we look for T as a pre-Boolean algebra, the operator $*$ satisfies exactly the properties of the constructibility operator. In this direction, the pre-Boolean algebras with the operator \circ constitute a generalisation of the concept of computability. The earlier considerations concerning the operator \circ also apply to generalise the idea of topological space. It also generalises the concept of Boolean algebra with the interior operator.

The few observations above illustrate the enormous importance of the study of Curry systems. The field is very large in horizon; in effect, it constitutes a promising area of researching with many interesting results to coming. We hope to say more in forthcoming papers.

Acknowledgements

The first author is grateful to the Editor of this journal by his kind invitation.

References

- Abe, J.M. (1987) ‘A note on Curry algebras’, *Bulletin of the Section of Logic*, Vol. 16, No. 4, pp.151–158, Polish Academy of Sciences.
- Abe, J.M. (1992) *Fundamentos da Lógica Anotada* (Foundations of Annotated Logics), PhD Thesis, University of São Paulo, São Paulo.
- Abe, J.M. (1996) ‘Curry algebras N_1 ’, *Atti Accademia Lincei Rendiconti Fisiche*, Vol. 7, No. 9, pp.125–128.
- Abe, J.M. (1998) ‘Curry algebras Pt’, *Logique et Analyse*, Vol. 41, Nos. 161–163, pp.5–15.
- Abe, J.M. (2001) ‘Annotated logics Qt and model theory’, *Logic, Artificial Intelligence, and Robotics*, in Abe, J.M. and da Silva Filho, J.I. (Eds): *Frontiers in Artificial Intelligence and its Applications*, IOS Press, Amsterdam, Ohmsha, Tokyo, Vol. 71, pp.1–12, 287.
- Abe, J.M., Akama, S. and Nakamatsu, K. (2007) ‘Monadic Curry algebras $Q\tau$ ’, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 4693, pp.893–900.
- Abe, J.M., Nakamatsu, K. and Akama, S. (2009a) ‘An algebraic version of the monadic system C_1 ’, in Nakamatsu, K., Phillips-Wren, G., Jain, L.C. and Howlett, R.J. (Eds): *New Advances in Intelligent Decision Technologies, Series: Studies in Computational Intelligence*, Vol. 199, Springer, Berlin/Heidelberg, pp.341–349.
- Abe, J.M., Nakamatsu, K. and Akama, S. (2009b) ‘A note on monadic Curry system P_1 ’, *Lecture Notes in Computer Science – LNAI 5712*, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, pp.388–394.
- Barros, C.M., da Costa, N.C.A and Abe, J.M. (1991) ‘Tópicos de teoria dos sistemas ordenados: Vol. I’, *Sistemas Geométricos, Disjuntivos e Booleanos, Coleção Documentos, Série Lógica e Teoria da Ciência 6*, IEA-USP.
- Barros, C.M., da Costa, N.C.A. and Abe, J.M. (1995a) ‘Tópico de teoria dos sistemas ordenados: Vol. II’, *Sistemas de Curry, Coleção Documentos, Série Lógica e Teoria da Ciência*, IEA-USP.

- Barros, C.M., da Costa, N.C.A. and Abe, J.M. (1995b) ‘Tópico de teoria de sistemas ordenados, Vol. III’, *Sobre Algumas Classes de Sistemas Ordenados Sup-contínuos e suas Representações, Coleção Documentos, Série Lógica e Teoria da Ciência*, IEA-USP.
- Bell, J.L. and Slomson, A.B. (1971) *Models and Ultraproducts: An Introduction*, North-Holland, Amsterdam, The Netherlands.
- Curry, H.B. (1952) *Leçons de Logique Algébrique*, Gauthiers- Villars, Paris.
- Curry, H.B. (1977) *Foundations of Mathematical Logic*, Dover, New York.
- da Costa, N.C.A. (1963) ‘Calculs propositionnels pour les systems formels inconsistants’, *Comptes Rendus de l’Académie de Sciences de Paris*, Vol. 257, pp.3790–3793.
- da Costa, N.C.A. (1966) ‘Opérations non monotones dans dis treillis’, *Comptes Rendus de l’Académie de Sciences de Paris*, Vol. 263, pp.429–432.
- da Costa, N.C.A. (1967a) *Álgebras de Curry*, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- da Costa, N.C.A. (1967b) ‘Filters et idéaux d’une algebrie C_n ’, *Comptes Rendus de l’Académie de Sciences de Paris*, Vol. 264, pp.549–552.
- da Costa, N.C.A. (1974) On the theory of inconsistent formal systems, *Notre Dame Journal of Formal Logic*, Vol. 15, pp.497–510.
- da Costa, N.C.A. (1989) ‘Logics that are both paraconsistent and paracomplete’, *Atti Accademia Lincei Rendiconti Fisiche*, Vol. 83, No. 8, pp.29–32.
- da Costa, N.C.A. and Marconi, D. (1986) ‘A note on paracomplete logic’, *Atti Accademia Lincei Rendiconti Fisiche*, Vol. 80, No. 8, pp.504–509.
- Eytan, M. (1975) ‘Tableaux of Hintikka et Tout ça: un Point de Vue Algébrique’, *Mathématiques et Sciences Humaines*, Vol. 48, pp.21–27.
- Fidel, M. (1977) ‘The decidability of the calculi C_n ’, *Reports on Mathematical Logic*, Vol. 8, pp.31–40.
- Grätzer, G. (1978) ‘General lattice theory’, *Series on Pure and Applied Mathematics*, Academic Press, New York.
- Grätzer, G. (1979) *Universal Algebra*, 2nd ed., Springer-Verlag, New York.
- Iséki, K. (1951) ‘Contribution to lattice theory’, *Publicationes Mathematicae Debrecen*, Vol. 12, pp.194–203.
- Iséki, K. and Tanaka, S. (1978) ‘An introduction to the theory of BCKalgebras’, *Mathematica Japonica*, Vol. 23, pp.1–26.
- Jónsson, B. and Tarski, A. (1951) ‘Boolean algebras with operators: Part I’, *American Journal of Mathematics*, Vol. 73, pp.891–939.
- Kleene, S.C. (1952) *Introduction to Metamathematics*, Van Nostrand, Princeton, NJ.

Rasiowa, H. and Sikorski, R. (1963) *The Mathematics of Metamathematics*, Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Rosenbloom, P.C. (1950) *The Elements of Mathematical Logic*, Dover, New York.

Sikorski, R. (1964) *Boolean Algebras*, Springer-Verlag, New York.

Sylvan, R. and Abe, J.M. (1996) 'On general annotated logics, with an introduction to full accounting logics', *Bulletin of Symbolic Logic*, Vol. 2, pp.118–119.

Meio de Publicação: Periódico

Título do Texto: *Curry Systems for Algebraisation of Some Non-classical Logics*

Autores: Abe, J. M.; Nakamatsu, K.

Título do Meio de Publicação: *International Journal of Reasoning-Based Intelligent Systems*

Local da Publicação: Indersciences Enterprize, UK

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Indersciences Enterprize, UK

Volume: 3

Nº do Fascículo: 1

Página inicial e página final: 59-69

ISSN: 17550556

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***EMERGY ASSESSMENT OF A COFFEE FARM IN BRAZILIAN CERRADO CONSIDERING
IN A BROAD FORM THE ENVIRONMENTAL SERVICES, NEGATIVE
EXTERNALITIES AND FAIR PRICE***

B. F. Giannetti, Y. Ogura, S. H. Bonilla, C. M. V. B. Almeida*

*Corresponding author. Tel.: +55 11 5586 4127; fax: +55 11 5586 4129

E-mail address: cmvbag@unip.br (C. M. V. B. Almeida)

Universidade Paulista – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção –

R. Dr. Bacelar, 1.212 – São Paulo-SP – Brazil

Abstract: A new way of thinking about conservation is represented by the preservation of native areas and the payment for their environmental services. In the present study emergy synthesis was applied to assess the environmental performance of a coffee farm located in Coromandel, Minas Gerais, in the Brazilian Cerrado. The farm produces green coffee for exportation, and holds an area with native vegetation of 80 ha, larger than that required by Brazilian legislation. The assessment of the native area within the farm was carried out in order to determine its environmental sustainability. The emergy ternary diagram was employed to interpret the results, which show that a farm with 54 ha of productive area must be matched with 200 ha of native vegetation for medium term sustainability. The Cerrado's farm production is primarily for export, and an evaluation of the environment and economic changes with respect to importing countries was performed. Emergy synthesis is proposed to calculate the price of environmental services balancing trades in the international market. A discussion of the problem of assigning payments for environmental services is presented.

1 Introduction

Coffee is an important global commodity and forms a significant fraction of the export economy of many countries. It is globally traded and at times has ranked second in monetary value only to oil among traded commodities (ICO, 2010). Its production forms the backbone of more than 50 developing countries, with a contribution to the total foreign currency earnings reaching as much as 80% in the case of some countries (ICO, 2010). Coffee is a buyer-driven commodity, and trade between producing and consuming countries consists mostly of green coffee and, to a small extent, bulk instant coffee. Imported bulk instant coffee is usually blended and re-packed in consuming countries. The roasted coffee trade is almost always between consuming countries.

The Cerrado region is known for its rich biodiversity, but it is also a place of crop plantations. Large monocultures are currently covering the regions of southern Minas Gerais and the Cerrado, which implies a massive use of pesticides and chemical fertilizers. From only 200,000 ha of arable land in 1955, the Cerrado had well over 40 million ha in cultivation by the year 2005. In weight, this region provides 54% of all soybeans harvested in Brazil, 28% of the country's corn, and 59% of its coffee (IBGE, 2008). Currently, most high quality Brazilian coffee comes from sites within the Cerrado that have a micro-climate suitable for its cultivation, but coffee farms represent only a fraction of the agricultural landscape of the Cerrado. Nonetheless, coffee growing is an agent of habitat conversion in this unique ecosystem, offering fewer opportunities to preserve biodiversity than coffee growing in other regions.

Recently, coffee marketing has increasingly become concerned with environmental and social issues (Tallontire, 2002; Damodaran, 2002). The Brazilian so called legal reserve is a tool established by the Brazilian Forestry Code (Federal Law n° 4.771, 1965) to ensure the permanence of the Cerrado limiting the land use of rural properties. The legal reserve law was established to ensure the conservation of Brazilian biomes, the conservation and restoration of ecological processes, biodiversity and the protection of wildlife and native flora by restraining the land use of rural properties. In the legal reserves, the vegetation cannot be removed, but it may be used to obtain social and economic benefits under a management system which respects the original ecosystem (Law n° 4.771, 1965, Law n° 7.803, 1989, Ordinance n° 113, 1995, Provisional Measure n° 2.166–67 of 2001, and CONAMA Resolution n° 302 and 303, 2002). It currently establishes a minimum percentage between 20% and 35% of the land as a legal reserve for farms located in the Cerrado.

Recently, several methods proposing payments for environmental services (Claassen et al., 2008; Dobbs and Pretty, 2008; Pagiola, 2008; Wunder et al., 2008; Ferraro, 2001) and for valuating the natural capital and ecosystems' services (Costanza et al., 1997) have attracted increasing interest as a mechanism to translate external, non-market values of the environment into real financial incentives to provide a way to balance international trades.

The responsibility for the payment for environmental services (PES) is still a topic addressed by few researchers, with the exception of a Special Issue published by Ecological Economics (Wunder et al., 2008). Wunder et al. (2008) defined payments for environmental services as voluntary transactions where a well-defined environmental service is 'bought' from a service provider, if and only if, the service provider secures service provision. In practice, PES programs differ in the type and scale of environmental services demand, the payment source, the type of activity paid for, the performance measure used, as well as the payment mode and amount.

There are PES systems designed to protect native vegetation or water quality in which payments are made by users (Wunder and Albán, 2008; Pagiola, 2008; Asquith et al., 2008). In this case, PES are user-financed, as buyers are the users of the environmental services, but there are also PES established to offset the carbon emissions of big European companies (Wunder and Albán, 2008). This kind of initiative is financed by a third-party, which could be the government (Kumar and Managi, 2009) or a non-governmental organization (NGO). In this case, buyers are third-parties on behalf of users of a given environmental service. Facilitated by a local NGO, 46 farmers are paid to protect a watershed containing the threatened cloud-forest habitat of migratory birds, in Bolivia's Los Negros valley. In the same region, downstream irrigators who benefit from stabilized dry-season water flows, which result if upstream cloud forests are successfully protected, have been reluctant to pay, but the Los Negros municipal government has contributed on their behalf (Asquith et al., 2008). There are also studies advocating that remuneration for environmental services has not sufficiently supported the goals of spending money more effectively on the environment and of motivating farmers (Haaren and Bathke, 2008), and that only a small share of the budgets for agriculture in the developed countries, is available for buying environmental goods and services beyond the level of good farming practice. All these studies are based on the "willingness to pay" approach, with the exception of the proposal of Pagiola et al. (2007), in which a Regional Integrated Silvopastoral Ecosystem Management project was encouraged by the adoption of the practice of paying farmers for the expected increase in biodiversity conservation and carbon sequestration services that these silvopastoral practices would provide. The project developed an 'environmental services index' (ESI) and pays participants for net increases in ESI points.

Also based on the "willingness to pay" mechanism, a relatively new approach to conservation is represented by forest carbon, which measures forests in terms of the carbon they sequester in their biomass and soil. A trading system known as 'reducing emissions from deforestation and forest degradation' (REDD) is among the most prolific to date (Turner et al., 2009; Seaton, 2009; Streck, 2010; Skutsch and McCall, 2010; Corbera et al., 2010). At present, REDD pilot projects are rapidly developing in communities around the tropics, often using government funds or in some cases carbon credits that have been issued on voluntary carbon markets (Corbera et al., 2010). As helpful as these individual projects might be for improving people's livelihoods and preserving local biodiversity, however, it's not clear that they measurably reduce global-warming emissions.

A third alternative method for valuating ecosystem services might be the adoption of the emergy accounting method (Odum, 1996), which is not usually met in economics but rather in ecological engineering (Menegaki, 2008). Emergy accounting is a surrogate market evaluation in determining the net value of environmental services to society and it is used to express the value of

environmental and economic work on an equal basis. In this case, a production process can be divided in several steps and, for each step, a single consumer and producer are defined. According to Odum (1996) as part of environmental management and development, one ecosystem can be exchanged for another, provided that there is an accurate quantitative basis for establishing the equivalence between ecosystems. However, regulations pertaining to compensation are hindered by the lack of a clear means of quantitatively determining appropriate compensatory areas, and therefore it is difficult for legislators to determine a proper area for preservation. Emergy accounting is widely practiced in assessing ecosystems' services in an attempt to fill the gap for evaluating non-marketed ecosystems such as legal reserves (Chen et al., 2009; Liu et al., 2009; Lu et al., 2007; Tilley and Brown, 2006; Odum, 1995a,b) and agriculture sustainability (Lagerberg and Brown, 1999; Qin et al., 2000; Almeida et al., 2007; Agostinho et al., 2008; de Barros et al., 2009; Cavalett and Ortega, 2009; Bonilla et al., 2010). An interesting discussion on worth of natural capital and environmental services indicates that emergy is the most reliable scientific measure of environmental support, because it is capable of evaluating both the quantity and quality of this support, thereby providing a basis for managing the economic/environmental interface (Ulgiati et al., 2011).

This study focuses on the Cerrado, which produces most of the high quality coffee exported from Brazil. The Brazilian coffee farm studied is located in a region of coffee production in the Southern part of the state of Minas Gerais. In this study, coffee production and export in the Brazilian savannah were evaluated using emergy synthesis to:

- (a) evaluate the benefits achieved by the conservation of a native vegetation area,
- (b) evaluate of emergy that the farm obtains from sales of green coffee on the international market, and (c) discuss the responsibility for payments for environmental services.

2 Methods

Emergy is a measure of real wealth or of the work that a product or service can do when it is used within a system. It is defined as the sum of the available energy of one type previously required directly and indirectly through the input pathways to make a product or service. The unit of emergy is solar emergy joules (seJ). Resources of nature, agricultural material and economic inputs of the farm studied were converted into emergy flows. The emergy flows represent three categories of resources: R as renewable resources, N as non-renewable resources and the inputs from the economy, F. R and N flows are provided by the environment and are economically free. The economic inputs, F, are provided by the market and related to fluxes that are accounted for in the

economy. Transformity is the relationship between emergy and energy, given in seJ/J, and refers to the emergy needed to obtain one joule of a product or service, directly or indirectly. Questions about the baseline have not yet been resolved, and until they are it is necessary to choose one and make sure all transformities are expressed relative to it (Campbell, 2004; Brown and Ulgiati, 2010). Values of the transformities are mostly taken from the literature, and are relative to the 15.83×10^{24} seJ/year baseline (Odum and Odum, 2000). A brief description of the emergy indices is shown in Table 1.

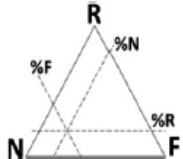
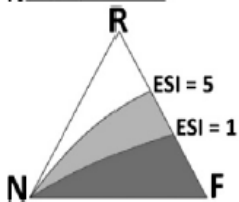
To calculate the emergy exchange ratio (EER) of coffee sold and money paid, flows are converted to emergy units. This is the ratio of emergy exchange in a trade or purchase (Odum, 1996). When a good is sold and money is received in exchange, the EER gives a measure of the relative trade advantage of one partner over the other. In order to assess the advantages or disadvantages in terms of the price paid for coffee, the EER was calculated. The USA, Germany, Italy, Japan and Belgium represent about 60% of total exports of the Cerrado's coffee (MDIC, 2008). For the total exports, the weighted average of these countries' EMRs (Emergy Money Ratios), considering the percentages of coffee exported to each of them, was calculated as 3.05×10^{12} seJ/US\$ (Appendix A). Emergy evaluation also offers the possibility to integrate economical and ecological assessments by calculating the emprice (Em\$). The use of Em\$ instead of US\$ is only a way to differentiate the methodology used to calculate monetary values. It was introduced by Odum (1996) to estimate the monetary value of the emergy content of a good or service (natural or not).

Table 1
Emergy based indices.

Symbol	Description	Equation
EYR	The emergy yield ratio (EYR) is the ratio of the emergy of the output ($Y = R + N + F$), divided by the emergy of those inputs (F) to the process that are fed back from outside the system	$EYR = Y/F$
ELR	This index of environmental loading is the ratio of non-renewable emergy (N+F) to renewable emergy	$ELR = (N + F)/R$
ESI	The environmental sustainability index aggregates the measure of yield and environmental loading. The objective function for sustainability is to obtain the highest yield ratio at the lowest environmental loading	$ESI = EYR/ELR$
EMR	The ratio of all emergy supporting the economy of a country ($Y_{country}$) to its gross domestic product (GDP). Provides an average measure of the purchasing power for a nation when compared with ratios from other nations	$EMR = Y_{country}/GDP$
EER	The ratio of emergy exchange in a trade or purchase, gives the extent of the relative trade advantage of one partner over another	$EER = Y/\$paid$ EMR
Em\$	The Emprice is an expression of the emergy one receives in the product for each dollar paid for the product. It was introduced by Odum (1996) to estimate the monetary value of the emergy content of a good or service. The units of emprice are Em\$	$Em\$ = Y/EMR_{country}$

Table 2

The emergy ternary diagram and analytical properties used in this text. Further information can be found in Giannetti et al. (2006) and Almeida et al. (2007).

Properties	Description	Illustration
Resource flow lines	Ternary combinations are represented by points within the triangle, the relative proportions of the elements being given by the lengths of the perpendiculars from the given point to the side of the triangle opposite the appropriate element. These lines are parallel to the triangle sides and are very useful to compare the use of resources by products or processes	
Sustainability lines	The graphic tool allows us to draw lines indicating constant values of the sustainability index. The sustainability lines depart from the N apex in direction leading to the RF side allowing the division of the triangle into sustainability areas, which are very useful to identify and compare the sustainability of products and processes. The upper part of the diagram (white) shows the region ($ESI > 5$) where systems are sustainable for the long term; the middle part (gray) marks the region ($1 < ESI < 5$) where systems are sustainable for the medium term, and the lower part of the diagram (dark gray) shows a region ($ESI < 1$) where systems are not sustainable	

Emergy evaluation tables, prepared according to the procedures described by Odum (1996), were used to estimate the energy incorporated into each product as a way to evaluate the sustainability of the farm. The emergy evaluation was performed to monitor coffee production in from 1997 to 2006. In this text, the emergy table corresponding to the year of 2006 is presented. The other nine tables may be requested from the authors.

A fourth step that further facilitates the communication of the results and the decision making process is the development of ternary diagrams (Giannetti et al., 2006; Almeida et al., 2007), which visually represent some of the indices mentioned above and can assist in the comparison of different development paths (Gasparatos et al., 2008). The analytical properties of ternary diagrams used in this work are presented in Table 2. With the aid of diagrams, one can evaluate the performance of a given system and its interactions with the environment (Agostinho et al., 2008, 2010; Almeida et al., 2010; Bonilla et al., 2010; Cai et al., 2008).

3 Results and discussion

3.1 Description of Santo Inácio farm's production system in emergy terms

Coffee production data were obtained from Santo Inácio coffee farm at Coromandel, in the Cerrado region, which produces green coffee exclusively for export (Cerrado Coffee). The farm has a total area of 140 ha, of which 54 ha are planted with 160,000 coffee trees (*Coffea arabica* L.), and 80 ha correspond to the native vegetation, where there is a spring from which a stream flows along the boundary of the property. This conservation area is about seven times larger than that required by the Brazilian law. In the conventional production system the coffee bushes are grown in alleys. After

gathering the fruits, the coffee cherries are dried and the outer covering of the fruit is removed (pre-processing). The final product is green coffee. The green coffee is packed in 60 kg bags and stored in a warehouse of Producer's Cooperative for exportation.

Fig. 1 presents an overview of the coffee production area using energy system symbols. The diagram shows the energy sources driving the processes and the chosen system boundaries.

The different energy sources were aggregated. Purchased energies such as fuel and electricity, chemicals, labor, and machinery are shown on the top of the diagram. On the left-hand side of the diagram environmental resources are shown.

The natural savannah that is preserved is shown in a separate box evidencing the environmental benefits accounted for in this study and the environmental support necessary to this area (Fig. 1). The dominant driving energies of the natural system are: rainfall, the energy contribution from geologic processes to the formation of the land structure, and the river source. Driving energies and ecosystem storages interact in several processes that generate ecosystem services. Four services of this ecosystem were evaluated: (1) transpiration of water, (2) gross primary production (GPP), (3) water recharge (infiltration), and (4) the interaction between the land structure and the underground water resulting in a stream that borders the property. The river water is not used by the coffee plantation, due to the land structure, and the topography. Transpiration and GPP are coproducts, so counting both transpiration and GPP would be double counting. Thus, only the largest one was used for the total of ecosystem services.

Each processing step for traditional coffee production is evaluated and indicated in Table 3. In this table, the environmental benefits of the native area were not accounted in this table.

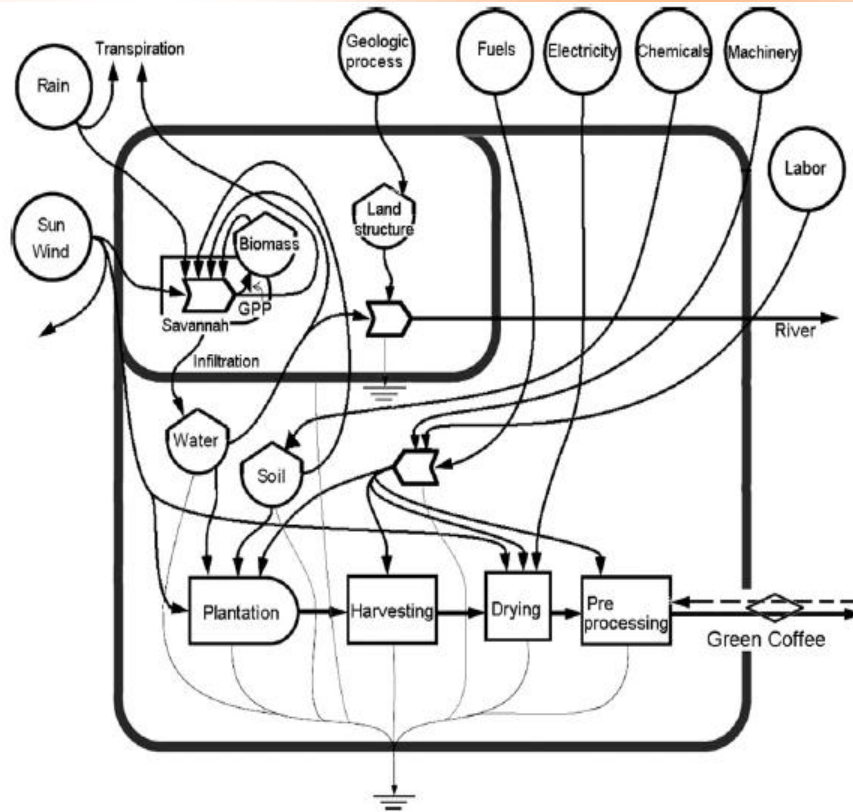


Fig. 1. System diagram of coffee production, processing and exportation at Santo Inácio farm. The emergy evaluation is performed for coffee production, coffee cherries harvesting, coffee cherries drying, and pre-processing.

For the green coffee production system (Table 3) in 2006, the purchased services contributed with approximately 29% of the total emergy. Fuel represented 9% of total emergy. Direct labor accounted for 24% of total emergy, and chemicals fertilizers accounted for 28% of the emergy support required. Local renewable emergy accounted for 20% of the total emergy for producing green coffee. The emergy per unit calculated for the green coffee was 5.85×10^9 seJ/g.

3.2 Evaluation of the benefits achieved by the conservation of a native vegetation area

A summary of the evaluation of the preserved native area is presented in Table 4, while calculation procedures are shown in Appendix B. The main driving energies, environmental services, storages (natural capital) and the respective emprice of the environmental benefits supplied by the reserve maintained by the farm were evaluated. Values in Em\$ were obtained according to the equation shown in Table 1, using Brazil's Emergy Money Ratio for the year 2000 (NEAD, 2009).

Environmental benefits accounted resulted in a total of 4.28×10^{15} seJ/ha year. The emergy of infiltration is high, and is the most valuable service of the native area (1.75×10^{17} seJ/year). The high value is consistent with the Cerrado soil composition, where Oxisols are recognized as soils that

have, among other characteristics, low water retention, mainly due to the composition of the clay fraction and the presence of a granular-type structure. The GPP value was approximately the same of the infiltration value. This result shows that the assessment of only one aspect, such as carbon storage, can result in underestimating the value of environmental benefits of an area, depending on its intrinsic characteristics.

The value for transpiration considered corresponds to the average value estimated for *Campo denso* vegetation in the Cerrado (Oliveira et al., 2005). Because, transpiration and GPP are coproducts, only GPP was accounted (Odum, 1996), but during the wet season the Emprice of this environmental service may eventually overcome those corresponding to the biomass production.

Annual driving energy for the area was the sum of rain, the land structure and the river source that comes from underground water stored, and represents 3.89×10^{15} seJ/ha year. The annual operation costs for preserving the native area was calculated as Em\$ 26598.29. This result shows the high dependence of the native area on soil and on rain availability. The same dependence on rain was observed in Table 3 for the coffee production process, in which rain contributes 19% to the total energy. Thus, the fate both systems in this region, natural and anthropogenic, is highly conditioned to the possible effects of climate change.

Legal reserves and areas of permanent preservation aim to conserve and restore ecological processes, biodiversity and to protect wildlife and native flora. A minimum percentage of legal reserve between 20% and 35% of the total land area was established for farms located in the Cerrado by the current environmental legislation. This percentage was calculated by subjectively quantifying ecosystem value of the proposed impacted site, as well as accounting for the perceived ease of replacement and recovery time needed. With the aid of the ternary diagram, it is possible to evaluate the contribution of the natural preserved area to the coffee production sustainability (Fig. 2).

Results shown in Fig. 2 point out that Brazilian regulations fail to accurately quantify ecosystem value from a scientific perspective, since they are based solely on people's perceptions, not on the ecosystems' structural and functional components. It is clear that, as the percentage of native preserved area increases, the environmental load of the system decreases about seven times and the environmental sustainability index increases 66 times (Fig. 2). An area of 20% of legal reserve is not sufficient to guarantee sustainability for the long term, as ESI in this condition is lower than one. For a legal reserve of 35%, the system would have an ESI = 1.07 and would be located in a region of medium term sustainability.

These results show that the Brazilian regulations, despite being considered severe by most farmers, are not enough to assure the Cerrado's sustainability for the long term. The actual condition of Santo Inácio farm, with 80 ha of preserved native area, is a warrant that it will perform

satisfactorily for a medium length of time. However, to achieve long term sustainability, the preserved native area should correspond to 70% of the total area (126 ha). For 80% of preserved native area, the farm would be complying with the legislation for rural properties in the Amazon rainforest, and its area should be increased to 216 ha for 54 ha planted in coffee. Pereira and Ortega (2010) found a similar value for sugarcane production. Using the renewable empower density to study the region of São Paulo State these authors estimated that an area of 2.2 ha of forest vegetation was needed for every hectare of sugarcane cultivated to insure long term sustainability of the entire system.

Table 3
Energy table for the coffee production in Santo Inácio farm, 2006.

Item	Description	Unit	Class ^a	Annual flow (unit/year ha)	Emergy per unit ^b (sej/unit)	Emergy (sej/year ha)	% (sej/sej)		
<i>Plantation</i>									
1	Sun ^c	J	R	5.97×10^{13}	1	5.97×10^{13}	1		
2	Wind, kinetic energy ^c	J	R	6.45×10^6	2.52×10^3	1.63×10^{10}	<1		
3	Rain, chemical energy ^c	J	R	4.27×10^{10}	3.06×10^4	1.31×10^{15}	19		
4	Rain, geopotential energy	J	R	8.21×10^6	1.76×10^4	1.44×10^{11}	<1		
5	Organic fertilizer	J	29% R	2.72×10^4	2.96×10^9	8.05×10^{13}	1		
6	Soil erosion	J	N	9.95×10^7	7.40×10^4	7.36×10^{12}	<1		
7	Fuel and lubricants	J	F	1.67×10^9	1.11×10^5	1.85×10^{14}	3		
8	Machinery and equipment	g	F	1.61×10^4	6.70×10^9	1.08×10^{14}	2		
9	Labor ^d	J	F	1.85×10^8	4.30×10^6	7.96×10^{14}	11		
10	Lime	g	F	7.41×10^4	1.68×10^9	1.24×10^{14}	2		
11	Pesticides and fungicides	g	F	3.08×10^3	1.48×10^{10}	4.56×10^{13}	1		
12	Nitrogen	g	F	1.65×10^5	6.62×10^9	1.09×10^{15}	16		
13	Phosphate	g	F	7.14×10^4	9.35×10^9	6.68×10^{14}	10		
14	Potassium	g	F	1.21×10^5	9.32×10^8	1.13×10^{14}	2		
15	Organic fertilizer	g	71% F	6.35×10^4	2.96×10^9	1.88×10^{14}	3		
Total for plantation						5.94×10^{15}	67		
<i>Harvesting</i>									
16	Fuel and lubricants	J	F	2.92×10^9	1.11×10^5	3.24×10^{14}	5		
17	Machinery and equipment	g	F	1.80×10^4	6.70×10^9	1.21×10^{14}	2		
18	Labor ^d	J	F	1.99×10^8	4.30×10^6	8.56×10^{14}	12		
19	Lodging for temporary workers	g	F	2.68×10^5	2.42×10^9	6.49×10^{14}	9		
Total for harvesting						1.95×10^{15}	28		
<i>Drying</i>									
20	Sun	J	R	1.29×10^{11}	1	1.29×10^{11}	<1		
21	Wind, kinetic energy	J	R	1.12×10^8	3.06×10^4	3.43×10^{12}	<1		
22	Evaporation	g	R	5.56×10^5	1.45×10^5	8.06×10^{10}	<1		
23	Electricity	J	F	7.73×10^7	2.77×10^5	2.14×10^{13}	<1		
24	Terrace drying surface	g	F	3.33×10^4	2.42×10^9	8.06×10^{13}	1		
25	Silo for coffee storage	g	F	4.83×10^4	2.42×10^9	1.17×10^{14}	2		
26	Machinery and equipment	g	F	7.67×10^3	6.70×10^9	5.14×10^{13}	1		
27	Labor ^c	J	F	2.05×10^7	4.30×10^6	8.82×10^{13}	1		
Total for drying						3.62×10^{14}	5		
<i>Pre-processing</i>									
28	Machinery and equipment	g	F	8.89×10^2	6.70×10^9	5.96×10^{12}	<1		
29	Labor ^d	J	F	6.30×10^6	4.30×10^6	2.71×10^{13}	<1		
30	Fuel	J	F	4.92×10^8	1.11×10^5	5.46×10^{13}	1		
31	Jute bags	g	F	7.72×10^1	2.31×10^{10}	1.78×10^{12}	<1		
32	Electricity	g	F	5.73×10^7	2.77×10^5	1.59×10^{13}	<1		
Total for pre-processing						1.05×10^{14}	1		
Total production				kg	Y	1.20×10^3	5.85×10^{12}	7.02×10^{15}	100

^a R: local/free renewable resource, N: local/free non-renewable resource, F: feedback from the economy or purchased resources.

^b Emergies per unit for items 1–7, 23 and 30 were taken from Odum (1996); for items 8, 17, 26 and 28 from Bjorklund et al. (2001); for item 10 from Brown and Buranakarn (2003); for item 11 from Panzieri et al. (2000); for items 12–14, 19, 24 and 25 from Cuadra and Rydberg (2006); for item 22 from Buenfil (2001); and for item 31 from Brandt-Williams (2002).

^c Not accounted to avoid double-counting.

^d Brazil's total energy in 2000 (2.77×10^{24} sej/year)/(1.80×10^8 inhab/day \times 1.26×10^7 J/inhab \times 285 days).

3.3 Evaluation of environmental and economic exchanges

All the green coffee produced in the farm is exported. Sales are usually done between harvests, in the months of March and April, with the aim of optimizing the price of a bag. Coffee is sold in US dollars through the Producer's Cooperative. Accordingly to the Brazilian Ministry of Industry and Commerce, about 60% of total exports go to USA, Germany, Italy, Japan and Belgium (MDIC, 2008).

To evaluate the environmental and the economic exchanges of Santo Inácio farm, two situations were analyzed:

- a. "The business as usual" situation, in which coffee is produced and sold on the international market.
- b. The situation in which the environmental benefits provided by the preserved native area are considered.

Table 4
Energy evaluation of annual driving energies and environmental benefits (water exportation and biomass production) of the preserved native area (see Appendix B for data sources).

		Emergy (sej/year)	Emprice (Em\$/year)
<i>Environmental support</i>			
1	Rain	1.33×10^{17}	11367.52
2	Spring	3.52×10^{16}	3008.55
3	Land structure	1.43×10^{17}	12222.22
	Total	1.68×10^{17}	26598.29
<i>Environmental benefits</i>			
4	Transpiration ^a	1.18×10^{17}	10085.45
5	GPP	1.41×10^{17}	12051.28
6	Infiltration	1.75×10^{17}	14957.26
7	Stream	2.61×10^{16}	2230.77
	Total	3.42×10^{17}	29239.32

^a Not accounted to avoid double-counting.

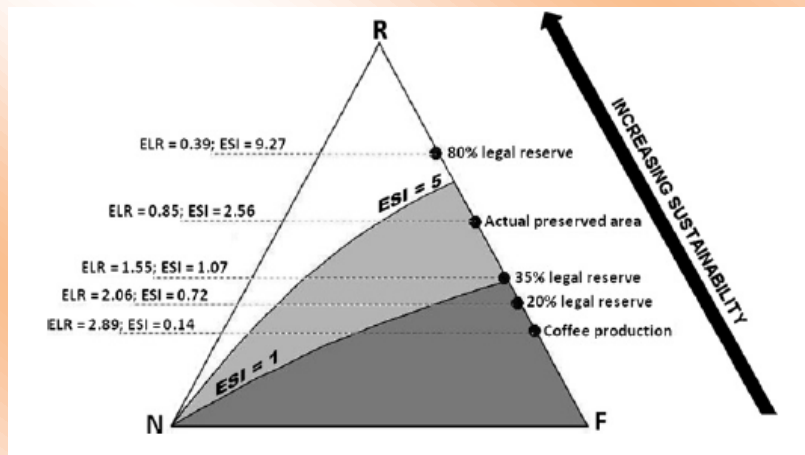
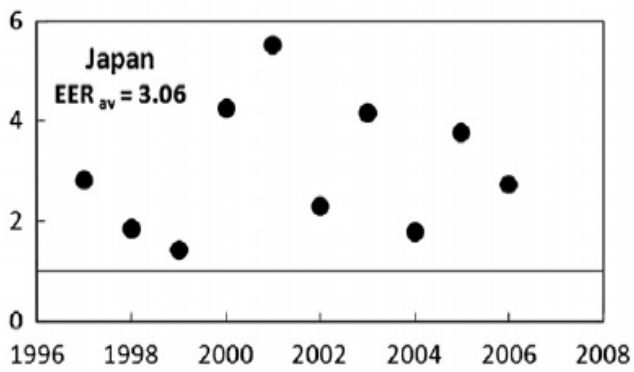
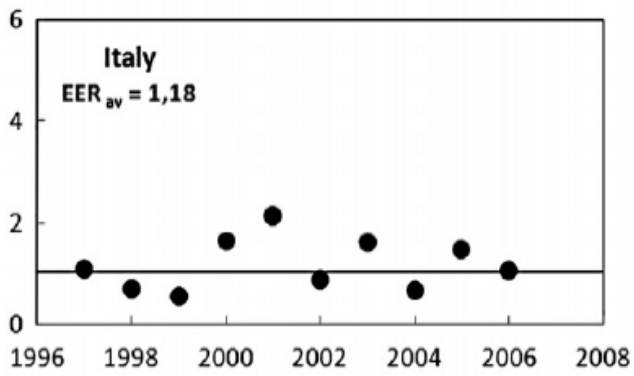
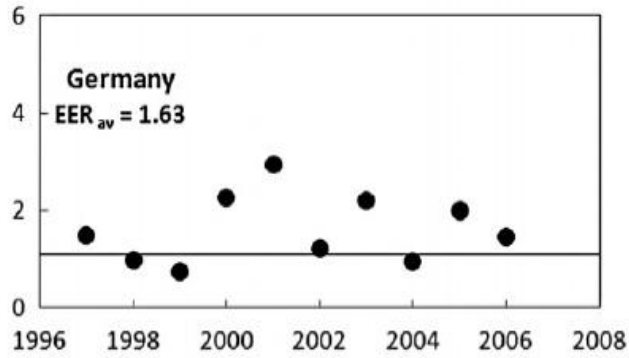
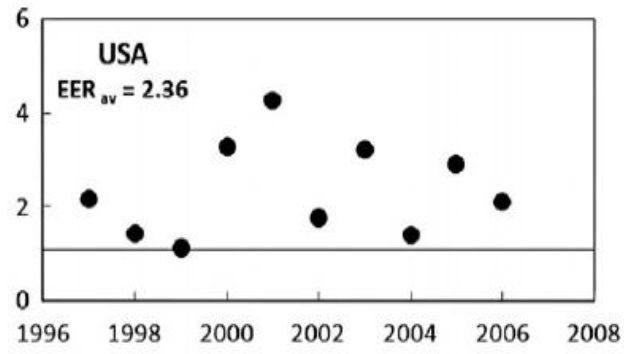


Fig. 2. Energy ternary diagram representing the coffee production system and the addition of the preserved native area at Santo Inácio farm in 2006. The upper part of the diagram (white) shows the region ($ESI > 5$) where systems are sustainable for long term; the middle part (gray) marks the region ($1 < ESI < 5$) where systems are sustainable for medium term, and the lower part of the diagram (dark gray) shows a region ($ESI < 1$) where systems are not sustainable [4]. On the right side of the diagram, values of ELR (environmental loading ratio) and ESI (environmental sustainability indice) can be observed for each situation.

Fig. 3 shows the evaluation of the coffee trade for individual countries. The value of $EER = 1$, represents equity, where there is no benefit economically and environmentally favorable to the producer or the buyer. The EER for green coffee sold to Japan and USA is higher than one over the whole period. This means that trade with those countries should be more carefully evaluated, because those countries seem to have the largest advantage in energy terms when trading with Brazil. The trade with Germany was advantageous to Brazil in 1998, 1999 and 2004 indicating that the combination of good market prices and productivity may lead to a fair trade with this country. The same occurs when the green coffee is sold to Italy, except that the average $EER_{av} = 1.18$ for the 10 years is lower than that of Germany ($EER_{av} = 1.63$). In this case, Brazil should prefer Italy for future trade. Belgium pays more energy to Brazil than that received by the coffee bought.

This evaluation offers some possible options to balance the trade of green coffee in the international market. A first option would be to increase the price of exported coffee when trading to USA, Japan, Germany and Italy accordingly to the EER obtained. This would probably be the more direct way to balance the trade. However, this does not seem feasible as the coffee market is buyerdriven, and Brazil alone cannot determine the price for coffee. A second option would be the search for countries with similar energy to money ratio to trade, or a combination of several countries (Fig. 3) with lower average EMR.



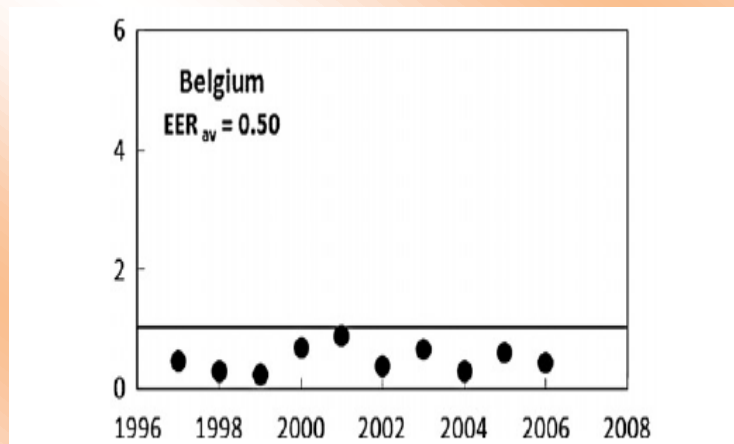


Fig. 3. Energy exchange ratio (EER) of Santo Inácio farm exportations to USA, Germany, Italy, Japan and Belgium from 1997 to 2006.

Fig. 4 shows the energy exchange ratio (EER) for trading to the bloc formed by USA, Germany, Italy, Japan and Belgium with (white circles) and without considering payment for environmental services (black circles).

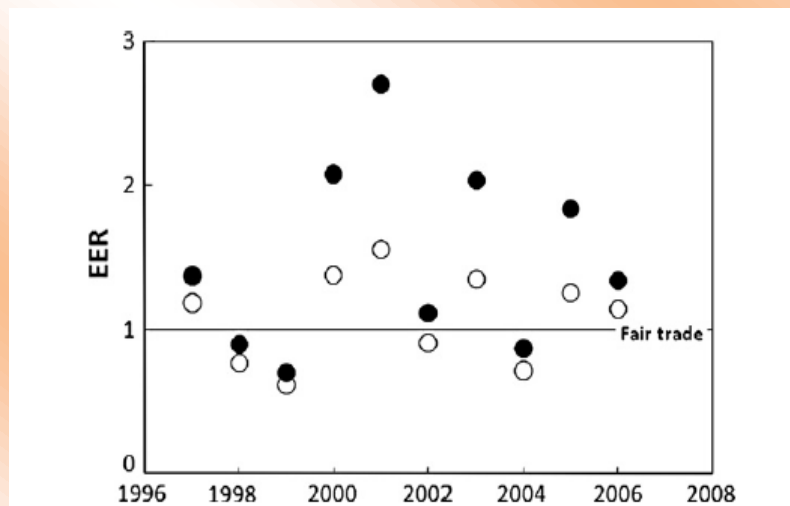


Fig. 4. Energy exchange ratio (EER) of Santo Inácio farm exportations from 1997 to 2006 considering the actual 80 ha of native preserved area, where (●) represents the actual situation, and (○) represents the case in which environmental services are charged to buyers.

For the case in which the payment for the environmental services is not included, it can be observed that in the years of 1998, 1999 and 2004 points are below the line $EER = 1$ (Fig. 4, black circles). This was achieved by combining high productivity and good market prices. In the remaining years, the energy exchange ratio reveals that purchasers generally benefit when buying green coffee from Santo Inácio farm. This means that the farm exports much more energy in the green coffee sold than that contained in the money received for the coffee. In 2001, the value of $EER = 2.69$ indicates that in this year the farm exported nearly three times more energy to buyers than what was

paid for the coffee. Productivity was very low (7 bags/ha) and the market price was also low (US\$ 80/bag) compared with the average market price for the 10 years studied (US\$ 120/bag). Results show that it is possible to procure a fair price for the sale of green coffee establishing a relationship between productivity and market price (Giannetti et al., submitted for publication). The average EER for the period is 1.51.

For the case in which payment for environmental services is included, a direct option would be to cash in the environmental benefits supplied by the preserved native area (Fig. 4, white circles). The emprice calculated for those services is about 29,300 Em\$/year (Table 4). Considering the environmental flows that the farmer takes from nature without payment (about 14,500 Em\$/year), a value of approximately Em\$ 15,000 remains to be charged to buyers, balancing the trade of green coffee in the international market. This option is equivalent to increasing the price of exported coffee, and this hypothetical sale including environmental services decreased the emergy benefit for purchasers, a situation that resulted in a fairer trade for Santo Inácio farm. In this case, the average EER for the period is 1.3.

3.4 The problem of assigning responsibility for the payments for environmental services (PES)

Payments for environmental services are attracting growing interest as a mechanism to translate non-market values of the environment into real financial incentives. The scientific discussion on mechanisms to perform those payments is still incipient. In many cases, payments for environmental services seem to be used randomly for market-based mechanisms of conservation, charging entrance fees to tourists or eco-certification. A review of the literature showed that there are several approaches currently used to deal with assigning responsibility, and in this section they will be discussed based on the results obtained for Santo Inácio farm.

A geographical-type approach suggests that direct or nearby users are responsible for the payments for environmental services. This approach is taken by Brazilian law which rules that natural areas are to be preserved in order to maintain threatened biomes, and farmers become responsible for the maintenance costs of conservation areas, to obey national regulations. But, in this condition, producers have to “pay” for the environmental services associated with something they will never benefit from, economically. At this point, a contradictory situation arises, because countries which only import green coffee produced in Brazil will benefit from a high standard of living coupled with a very low level of environmental responsibility. In the case of the “business as usual” condition, Santo Inácio farm exports 50% more emergy than that received from the money

paid for the green coffee ($EER_{\text{average}} = 1.5$). In the case in which the environmental support is assigned to the farmer, the EER_{average} increases to 1.9, and almost twice the emergy is delivered to the purchaser than is available in the buying power of the payment.

Based on the beneficiary-pays rather than the producer-pays principle, PES were considered as commercial transactions where the environmental service is acquired from the coffee producer (Wunder et al., 2008) or as social transactions where the environmental service is provided by poor or marginalized landholders (Engel et al., 2008). In both cases, Santo Inácio farm should charge importing countries for the extra-emergy not included in current market prices. These considerations drive the discussion to an approach similar to the Ecological Footprint approach (Proops et al., 1999), based on consumers responsibility. Under this beneficiarytype approach, every economic activity has an impact on the planet due to the consumption of goods. A PES program, carried out on this basis, would as a result assign no responsibility to producing countries and a higher burden of obligation upon importing ones. This type of assignment would be fairer, because it would make final users pay for their higher standard of living, but without adequate incentives, policies or regulations, consumers are not usually observant of their environmental responsibilities, despite the fact that they should, in principle, choose producers, who practice environmental preservation and good farming practices. Under this viewpoint, producers are not necessarily encouraged to preserve and maintain environmental services, and it would lower the stimulus for producing countries to preserve native areas and to create better farming practices.

The option proposed in this text indicates the adoption of the emergy accounting method (Odum, 1996) that allows the production process to be divided in several steps and, for each step, a single consumer and producer are defined. Then, consumers and producers would be responsible for a portion of the PES. From this point of view, the emprice calculated for the environmental support and the environmental benefits of the preserved area (Table 4) should be used to establish who bears the responsibility for making payments for environmental services. Fig. 4 shows an attempt to distribute costs where only the conservation area benefits were divided between farmer and consumer. The $EER_{\text{average}} = 1.3$ obtained shows that this distribution is still not enough to balance the trade between the parties. It should be noted that, even without considering the costs for maintaining the native area (business as usual, $EER = 1.5$) the farm had a 50% loss in the emergy exchange with the importers. However, using the proposed method for cost sharing, it is possible to calculate year by year, the best price to meet both the farmers, and importing countries, needs (Table 5). Note that calculations consider the actual 80 ha of native preserved area, and consequently, medium term sustainability as shown in Fig. 2.

As shown in Table 5, the coffee market is characterized by a chronic oversupply and extreme price volatility due to sudden changes in harvesting expectations (NYBOT, 2004; ITC, 2005; Ponte, 2002). Environmental support and benefits were considered constant for the period. It is interesting to note that when the farm productivity and market prices were low (2000, 2001, 2003, 2005) the trade was unfavorable to the farmer, but for balancing the trade, importing countries would have been penalized with a price much higher than that practiced in the market. In 1997, the farm produced 17 coffee bags/ha and coffee price in the international market was very high, stimulating investments in productivity. Coffee production increased to 26 bags/ha in 1998 and 41 bags/ha in 1999, but the higher productivity was achieved by the intensive use of chemical fertilizers. In this case, despite of the decrease in coffee prices in 1998 and 1999, trade was advantageous to the farmer, and for a fair trade, importing countries would have paid less for the green coffee. Fairer trade was achieved in 2002 and 2006, when prices to fulfill the condition $EER = 1$ were closer to those actually found in the international market. In these years, the farmer would have held the responsibility for maintaining the productivity, without intensifying the use of fertilizers, while importing countries would have contributed with reasonable values to the payment for the environmental services.

Table 5
EER values, actual market prices and market prices recalculated to achieve $EER = 1$ as function of the productivity of each year.

Year	Productivity (bag/ha year)	EER	Actual market prices (US\$/bag)	Calculated market prices for $EER = 1$ (US\$/bag)
1997	17	1.37	203.45	153.83
1998	26	0.90	123.18	98.58
1999	41	0.70	103.2	41.63
2000	6	2.08	80	251.43
2001	7	2.70	81.18	355.53
2002	23	1.12	105.28	129.51
2003	3	2.04	135.64	414.18
2004	13	0.87	135.64	83.80
2005	4	1.84	117.72	314.08
2006	22	1.34	116.43	135.10

4 Conclusions

Coffee production and export in the Brazilian savannah (Cerrado) were evaluated using emergy synthesis to assess the environmental support required for sustainable green coffee, the exchange of emergy that the farm obtains from its sales of green coffee on the international market, and the benefits achieved by the conservation of a native area.

Adopting the emergy ternary diagram to assess the coffee production system provided a better understanding of the actual contribution of given inputs and the global sustainability of the coffee production process. According to the calculations performed using emergy synthesis, only a

compensation ratio higher than 2:1 would be required to guarantee the sustainability of the coffee production for the long term, and this result could serve as reference for conservation policies. With such an evaluation, society and legislators could judge the costs, benefits, and trade-offs associated with agricultural impacts and mitigation. Furthermore, by using the relative values of ecosystem resources preserved more appropriate compensation ratios might be determined.

The approach presented to assign the responsibility for the payments for environmental services proposes a measure that is a trade-off between consumption and production accounting principles. Unlike most of the initiatives based on the “willingness to pay” approach, energy synthesis is presented as a more effective tool, because it provides the means to calculate the price of these services with a strong scientific basis. This approach allows the sharing of responsibility among users and producers in an operative and fairer way.

Restoration and maintenance of natural areas are safe, inexpensive, and straightforward solutions in the effort to reduce green-house-gas emissions and adjust to unavoidable changes (Turner et al., 2009). But, in general, to achieve such an integrated approach that combines carbon inventory, land use control at the local level, and especially the proof regarding the decline of emissions, means fighting a multitude of compelling short-term political and economic interests. The use of a method that can be managed by producer–consumer accounting, may help to balance interests (environmental–economical–political) involved in decision making about how much to pay for environmental services.

Further studies are necessary to include and to account for other environmental services, such as the maintenance of the biodiversity and natural forests, the mitigation of greenhouse gas emissions; hydrological services, including provision of water for human consumption, irrigation, and energy production; and provision of scenic beauty for recreation and ecotourism. However, the approach proposed herein might be considered as a first step to fulfill the need for a fair accounting method to create an inventory of environmental services which also may help to assign responsibility for the payments.

Appendix A

Different countries have different energy/US\$ ratios, as already shown by Odum (1996), Rydberg and Jansen (2002), and Brown et al. (2003). Balanced trade is accomplished when energy of imports and exports of trading partners is equal (Brown et al., 2003). However, energy evaluations often show that such exchanges are not equal (Odum, 1996). Germany, which is a major buyer of the Brazilian coffee has as EMR of about 2.81×10^{12} seJ/US\$, while that of Brazil is $1.17 \times$

10^{13} seJ/US\$ (NEAD, 2009). Then, Brazil has a trade disadvantage of approximately four times trading with Germany. A weighted average EMR for importing countries was calculated for the years 1999–2004 on the basis of the contribution of each country to Brazilian gross domestic product (GDP) at each year. The EMR of the six countries was considered constant for the period of 1999–2004, and the values were taken from NEAD (2009). The weighted average of coffee exports comes from the sum of the weighted averages for the six countries divided by the % GDP for the period 1999–2004, and equals 3.05×10^{12} seJ/US\$ (Table A1).

Table A1

Emergy Money Ratio (EMR) and the gross domestic product (GDP) percentage relative to coffee exports from 1999 to 2004. The weighted EMR of the importing countries is calculated by dividing the total weighted EMR by the total % GDP of coffee exports.

	EMR ($10^{12} \times \text{seJ/US\$}$)	% GDP						Weighted EMR per country ($10^{12} \times \text{seJ/US\$}$)	% GDP per country 1999–2004
		1999	2000	2001	2002	2003	2004		
USA	1.93	0.98	0.40	0.25	0.34	0.35	0.33	5.11	2.65
Germany	2.8	0.93	0.49	0.41	0.44	0.34	0.38	8.37	2.99
Italy	3.85	0.40	0.32	0.23	0.19	0.21	0.19	5.93	1.54
Japan	1.49	0.38	0.28	0.18	0.15	0.16	0.14	1.92	1.29
Belgium	9.17	0.22	0.14	0.11	0.10	0.07	0.09	6.69	0.73
Total								28.03	

Appendix B

Calculation procedure for the evaluation of the preserved native area presented in Table 4.

1. Rain, chemical potential energy:

Land area = 80 ha.

Average annual precipitation = 1100 mm/year.

Water flow = $1.1 \text{ m} \times 80 \text{ ha} \times 10^4 \text{ m}^2/\text{ha} = 8.8 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{year}$.

Energy = $8.8 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{year} \times (\text{Gibbs free energy, } 4.94 \times 10^3 \text{ J/kg}) = 4.35 \times 10^{12} \text{ J/year}$.

Transformity = $3.06 \times 10^4 \text{ seJ/J}$ (Buenfil, 2001).

Emergy = $1.33 \times 10^{17} \text{ seJ/year}$.

2. Water driving the river source: as the source of the river is within the property, the value of flow rate was used for calculation:

$$\text{River flow} = 6.48 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{year}.$$

$$\text{Transformity} = 5.43 \times 10^{11} \text{ seJ/m}^3 \text{ (Buenfil, 2001).}$$

$$\text{Emergy} = 3.52 \times 10^{16} \text{ seJ/year}.$$

3. Land structure: As part of the main sedimentary cycle of the Earth, many types of sedimentary rocks are brought to the surface in different places. The adopted value of the sediment cycle was 2.4 cm per 1000 years and rock density of 2.6 g/cm (Odum, 1996, p. 46). Oxisols are soils with a high degree of weathering, with generally low chemical fertility, physical properties but with very favorable to plant growth and agricultural production. The Cerrados's Oxisols (from 600 to 800 g kg of clay) have high rates of water infiltration and aeration porosity, and low density of the soil in its natural state, due to their aggregation (Demattê et al., 1996; Azevedo and Bonumá, 2004). The flux of the sedimentary cycle is:

$$(2.4 \times 10^{-3} \text{ cm/year}) \times (2.6 \text{ g/cm}^3) \times (80 \text{ ha}) \times (10^8 \text{ cm}^2/\text{ha}) = 4.99 \times 10^7 \text{ g/year}$$

$$\text{Emergy} = 4.99 \times 10^7 \text{ g/year} \times 0.7 \text{ (clay; Demattê et al., 1996)} \times 3.36 \times 10^9 \text{ seJ/g (Odum, 1996)} + 4.99 \times 10^7 \text{ g/year} \times 0.3 \text{ (sandstone; Demattê et al., 1996)} \times 1.68 \times 10^9 \text{ seJ/g (Odum, 1996)} = 1.51 \times 10^{17} \text{ seJ/year}.$$

4. Evapotranspiration: Evapotranspiration rates were estimated by a waterbalance equation:

$$ET = \Delta VWC + P - D$$

where ΔVWC is the change in volumetric water content in the soil profile between successive field measurements; P is precipitation; and D is drainage out of the measured profile over the same period (Oliveira et al., 2005). The area was characterized as Cerrado denso, which is a semi-closed canopy vegetation type with tree cover of $\cong 70\%$, and tree height from 5 to 9 m.

For *Campo denso* vegetation, evapotranspiration (Oliveira et al., 2005) in the Cerrado may vary from 0.8 mm/day (dry season) to 5.3 mm/day (wet season). The average value was taken for calculations:

$$\text{Evapotranspiration} = (3.05 \text{ L/m}^2 \text{ day}) \times (10^{-3} \text{ L/m}^3) \times (80 \text{ ha}) \times (10^4 \text{ m}^2/\text{ha}) \times 365 \text{ day/year} = 8.91 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{year}.$$

$$\text{Energy} = (8.91 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{year}) \times (\text{Gibbs free energy, } 4.94 \text{ J/mL}) \times (10^6 \text{ mL/m}^3) = 4.40 \times 10^{12} \text{ J/year}.$$

$$\text{Transformity} = 2.69 \times 10^4 \text{ seJ/J (Odum, 1996).}$$

$$\text{Emergy} = 1.18 \times 10^{17} \text{ seJ/year.}$$

5. Gross primary product (GPP): Savannah like vegetation produces 0.7 kg/m² year of biomass (Prado-Jatar and Brown, 1997):

$$\text{Energy} = (0.7 \times 10^3 \text{ g/m}^2 \text{ year}) \times (3.6 \text{ kcal/g}) \times (4186 \text{ J/kcal}) \times (80 \text{ ha}) \times (10^4 \text{ m}^2/\text{ha}) = 8.44 \times 10^{12} \text{ J/year.}$$

$$\text{Transformity} = 1.67 \times 10^4 \text{ seJ/J (Ulgiati and Brown, 2009).}$$

$$\text{Emergy} = 1.41 \times 10^{17} \text{ seJ/year.}$$

6. Infiltration: calculated by the energy difference between rainfall and evapotranspiration, as one of the limiting factors in the Cerrado is water deficiency, which occurs due to poor distribution of rainfall, intense evapotranspiration and soil characteristics that have a low capacity for water retention and high infiltration rate.

$$V_{\text{rain}} = V_{\text{evapotransp}} + V_{\text{infiltration}}$$

Evapo-transpiration: from January to August (dry season) 1.3 mm/day (Oliveira et al., 2005) and from October to December (wet season) 3.8 mm/day.

$$V_{\text{evapotransp}} = [(1.3 \text{ mm/day}) \times (243 \text{ day}) \times (80 \text{ ha}) \times (10^4 \text{ m}^2/\text{ha})] + [(3.8 \text{ mm/day}) \times (122 \text{ day}) \times (80 \text{ ha}) \times (10^4 \text{ m}^2/\text{ha})].$$

$$V_{\text{evapotransp}} = 6.24 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{year.}$$

$$V_{\text{infiltration}} = (8.8 - 6.24 \times 10^5) \text{ m}^3/\text{year} = 2.56 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{year.}$$

$$\text{Transformity} = 6.85 \times 10^{11} \text{ seJ/m}^3 \text{ (Buenfil, 2001).}$$

$$\text{Emergy} = 1.75 \times 10^{17} \text{ seJ/year.}$$

$$7. \text{ River flow} = 6.48 \times 10^{10} \text{ g/year.}$$

$$\text{Transformity} = 8.15 \times 10^{14} \text{ seJ/g.}$$

$$\text{Emergy} = 2.61 \times 10^{16} \text{ seJ/year.}$$

References

Agostinho, F., Diniz, G., Siche, R., Ortega, E., 2008. The use of emergy assessment and the geographical information system in the diagnosis of small family farms in Brazil. *Ecological Modelling* 210, 37–57.

- Agostinho, F., Ambrosio, L.A., Ortega, E., 2010. Assessment of a large watershed in Brazil using emergy evaluation and geographical information system. *Ecological Modelling* 221 (8), 1209–1220.
- Almeida, C.M.V.B., Barrella, F.A., Giannetti, B.F., 2007. Emergetic ternary diagrams: five examples for application in environmental accounting for decision-making. *Journal of Cleaner Production* 15, 63–74.
- Almeida, C.M.V.B., Rodriguesa, A.J.M., Bonilla, S.H., Giannetti, B.F., 2010. Emergy as a tool for Ecodesign: evaluating materials selection for beverage packages in Brazil. *Journal of Cleaner Production* 18, 32–43.
- Asquith, N.M., Vargas, M.T., Wunder, S., 2008. Selling two environmental services: in-kind payments for bird habitat and watershed protection in Los Negros, Bolivia. *Ecological Economics* 65, 675–684.
- Azevedo, A.C., Bonumá, A.S., 2004. Partículas coloidais, dispersão e agregação em latossolos (Colloidal particles, dispersion and aggregation in Oxisols). *Ciência Rural* 34, 609–617.
- Bjorklund, J., Geber, U., Rydberg, T., 2001. Emergy analysis of municipal wastewater treatment and generation of electricity by digestion of sewage sludge. *Resources, Conservation and Recycling* 31, 293–316.
- Bonilla, S.H., Guarnetti, R.L., Almeida, C.M.V.B., Giannetti, B.F., 2010. Sustainability assessment of a giant bamboo plantation in Brazil: exploring the influence of labour, time and space. *Journal of Cleaner Production* 18, 83–91.
- Brandt-Williams, S.L., 2002. *Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation*, Folio #4 (second ed.). http://www.emergysystems.org/downloads/Folios/Folio_4.pdf (accessed August 2011).
- Brown, M.T., Buranakarn, V., 2003. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. *Resources, Conservation and Recycling* 38, 1–22.
- Brown, M.T., Ulgiati, S., 2010. Updated evaluation of exergy and emergy driving the geobiosphere: a review and refinement of the emergy baseline. *Ecological Modelling* 221, 2501–2508.
- Brown, M.T., Ferreyra, C., Bardi, E., 2003. Emergy evaluation of a common market economy: MERCOSUR sustainability. *Emergy synthesis 2: theory and applications of the emergy methodology*. In: Brown, M.T. (Ed.), *Proceedings from the Second Biennial Emergy Analysis Research Conference*, Gainesville, FL, September, 2001.
- Buenfil, A., 2001. *Emergy Evaluation of Water*, Dissertation Presented to the Graduate School of University of Florida.
- Cai, J.W., Fu, X., Sun, X.W., Liu, J.M., Wu, G., 2008. Ternary diagram used in emergy accounting of regional agricultural economic systems. *Acta Ecologica Sinica* 28, 710–719.

- Campbell, D.E., 2004. Financial accounting methods to further develop and communicate environmental accounting using emergy. In: Brown, M.T. (Ed.), *Emergy Synthesis 3. Proceedings of the Third Biennial Emergy Analysis Conference*. Center for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville.
- Cavalett, O., Ortega, E., 2009. Emergy, nutrients balance, and economic assessment of soybean production and industrialization in Brazil. *Journal of Cleaner Production* 17, 762–771.
- Chen, Z.M., Chen, G.Q., Chen, B.J., Zhou, B., Yang, Z.F., Zhou, Y., 2009. Net ecosystem services value of wetland: environmental economic account. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 14, 2837–2843.
- Claassen, R., Cattaneo, R., Johansson, R., 2008. Cost-effective design of agrienvironmental payment programs: US experience in theory and practice. *Ecological Economics* 65, 737–752.
- Corbera, E., Estrada, M., Brown, K., 2010. Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and forest degradation in developing countries: revisiting the assumptions. *Climatic Change* 100, 355–388.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburgh, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskins, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Cuadra, M., Rydberg, T., 2006. Emergy evaluation on the production, processing and export of coffee in Nicaragua. *Ecological Modelling* 196, 421–433.
- Damodaran, A., 2002. Conflict of trade-facilitating environmental regulations with biodiversity concerns: the case of coffee farming units in India. *World Development* 30 (7), 1123–1135.
- de Barros, I., Blazy, J.M., Rodrigues, G.S., Tournebize, R., Cinna, J.P., 2009. Emergy evaluation and economic performance of banana cropping systems in Guadeloupe (French West Indies). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129, 437–449.
- Demattê, J.L.I., Mazza, J.A., Demattê, J.A.M., 1996. Caracterização e gênese de uma topossequência latossolo amarelo-podzol originado de material da formação barreiras – Estado de Alagoas. *Scientia Agricola* 53, 20–30. doi:10.1590/S0103-90161996000100004 (in Portuguese).
- Dobbs, T.L., Pretty, J., 2008. Case study of agri-environmental payments: the United Kingdom. *Ecological Economics* 65, 765–775.
- Engel, S., Wunder, S., Pagiola, S., 2008. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. *Ecological Economics* 65, 663–674.
- Ferraro, P.J., 2001. Global habitat protection: limitations of development interventions and a role for conservation performance payments. *Conservation Biology* 15 (4), 990–1000.

- Gasparatos, A., El-Haram, M., Horner, M., 2008. A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. *Environmental Impact Assess* 28, 286–311.
- Giannetti, B.F., Barrela, F.A., Almeida, C.M.V.B., 2006. Decision making tool considering the interaction of the production systems and the environment. *Journal of Cleaner Production* 14, 201–210.
- Giannetti, B.F., Ogura, Y., Bonilla, S.H., Almeida, C.M.V.B., accepted for publication. *Energy Policy*.
- Haaren, C., Bathke, M., 2008. Integrated landscape planning and remuneration of agri-environmental services: results of a case study in the Fuhrberg region of Germany. *Journal of Environmental Management* 89 (2008), 209–221.
- IBGE, 2008. Brazilian Institute of Geography and Statistics. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200802_5.shtm (accessed June 2009).
- ICO, 2010. The International Coffee Organization. <<http://www.ico.org/countries/brazil.pdf>> (accessed January 2010).
- International Trade Centre (ITC), 2005. The Coffee Guide. UNCTAD and WTO. <<http://www.intracen.org/thecoffeeguide/welcome.htm>> (accessed May 2010).
- Kumar, S., Managi, S., 2009. Compensation for environmental services and intergovernmental fiscal transfers: the case of India. *Ecological Economics* 68 (2009), 3052–3059.
- Lagerberg, C., Brown, M.T., 1999. Improving agricultural sustainability: the case of Swedish greenhouse tomatoes. *Journal of Cleaner Production* 7, 421–434.
- Liu, J., Zhou, H., Qin, P., Zhou, J., Wang, G., 2009. Comparisons of ecosystem services among three conversion systems in Yancheng National Nature Reserve. *Ecological Engineering* 34, 609–629.
- Lu, H., Campbell, D., Chen, J., Qin, P., Ren, H., 2007. Conservation and economic viability of nature reserves: an emergy evaluation of the Yancheng Biosphere Reserve. *Biological Conservation* 139, 415–438.
- MDIC, 2008. Ministry of Development, Industry and Commerce. <<http://www.mdic.gov.br>> (accessed December 2008).
- Menegaki, A., 2008. Valuation for renewable energy: a comparative review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12 (9), 2422–2437.
- NEAD, 2009. National Environmental Accounting Database. http://sahel.ees.ufl.edu/frame_database_resources_test.php?search_type=basic&country=BRA (accessed May 2009).

- New York Board of Trade (NYBOT), 2004. Agricultural Futures and Options. World Financial Center, New York.
- Odum, H.T., 1995a. Energy-systems concepts and self-organization: a rebuttal. *Oecologia* 104, 518–522.
- Odum, H.T., 1995b. Self-organization and maximum empower. In: Hall, C.A.S. (Ed.), *Maximum Power: The Ideas and, Applications of H.T. Odum*. University Press of Colorado, Colorado.
- Odum, H.T., 1996. *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making*. John Wiley and Sons, New York.
- Odum, H.T., Odum, E.C., 2000. *Modeling for All Scales*. Academic Press, San Diego, CA, 458 p.
- Oliveira, R.S., Bezerra, L., Davidson, E.A., Pinto, F., Klink, C.A., Nepstad, D.C., Moreira, A., 2005. Deep root function in soil water dynamics in Cerrado savannas of central Brazil. *Functional Ecology* 19, 574–581.
- Pagiola, S., 2008. Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics* 65, 712–724.
- Pagiola, S., Ramírez, E., Gobbi, J., de Haan, C., Ibrahim, M., Murgueitio, E., Ruíza, J.P., 2007. Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. *Ecological Economics* 64, 374–385.
- Panzieri, M., Marchettini, N., Hallam, T.G., 2000. Importance of the *Bradhyrizobium japonicum* symbiosis for the sustainability of a soybean cultivation. *Ecological Modelling* 135, 301–310.
- Pereira, C.L.F., Ortega, E., 2010. Sustainability assessment of large-scale ethanol production from sugarcane. *Journal of Cleaner Production* 18, 77–82.
- Ponte, S., 2002. The ‘latte revolution’? Regulation, markets and consumption in the global coffee chain. *World Development* 30, 1099–1122.
- Prado-Jatar, M.A., Brown, M.T., 1997. Interface ecosystems with an oil spill in a Venezuelan tropical savannah. *Ecological Engineering* 8, 49–78.
- Proops, J.L.R., Atkinson, G., von Schlottheim, B.F., Simon, S., 1999. International trade and the sustainability footprint: a practical criterion for its assessment. *Ecological Economics* 28, 75–97.
- Qin, P., Wong, Y.S., Tam, N.F.Y., 2000. Emergy evaluation of Mai Po mangrove marshes. *Ecological Engineering* 16, 271–280.
- Rydberg, T., Jansen, J., 2002. Comparison of horse and tractor traction using emergy analysis. *Ecological Engineering* 19, 13–28.
- Seaton, A., 2009. Paying to save the rainforests. *Nature* 460 (20), 936–937.
- Skutsch, M.M., McCall, M.K., 2010. Reassessing REDD: governance, markets and the hype cycle. *Climatic Change* 100, 395–402.

- Streck, C., 2010. Reducing emissions from deforestation and forest degradation: national implementation of REDD schemes. *Climatic Change* 100, 389–394.
- Tallontire, A., 2002. Challenges facing fair trade: which way now? *Small Enterprise Development* 13 (3), 12–24.
- Tilley, D.R., Brown, M.T., 2006. Dynamic emergy accounting for assessing the environmental benefits of subtropical wetland stormwater management systems. *Ecological Modelling* 192, 327–361.
- Turner, W.R., Oppenheimer, M., Wilcove, D.S., 2009. A force to fight global warming: natural ecosystems and biodiversity must be made a bulwark against climate change, not a casualty of it, argue. *Nature* 462 (19), 278–279.
- Ulgiati, S., Brown, M.T., 2009. Emergy and ecosystems complexity. *Communication in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 14, 310–321.
- Ulgiati, S., Zucaro, A., Franzese, P.P., 2011. Shared wealth or nobody's land? The worth of natural capital and ecosystem services. *Ecological Economics* 70 (4), 778–787.
- Wunder, S., Albán, M., 2008. Decentralized payments for environmental services: the cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. *Ecological Economics* 65, 685–698.
- Wunder, S., Engel, S., Pagiola, S., 2008. Payments for environmental services in developing and developed countries. *Ecological Economics* 65, 663–852.

Tipo de Produção: Periódico

Título do Texto: *Emergy Assessment of a Coffee Farm in Brazilian Cerrado Considering in a Broad Form the Environmental Services, Negative Externalities and Fair Price*

Autores: B. F. Giannetti, Y. Ogura, S. H. Bonilla, C. M. V. B. Almeida

Título do Meio de Publicação: *Agricultural Systems 104*

Mês e Ano da Publicação: Janeiro 2011

Editora: Elsevier

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/agry

Edição: 1

Volume: 104

Página inicial e página final: 679-688

ISSN: 0308-521X

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Desenvolvimento Sustentável: Contabilidade Ambiental

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

IMPROVED APPLICATION OF PARACONSISTENT ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DIAGNOSIS OF ALZHEIMER'S DISEASE

¹⁽²⁾Helder F. S. Lopes, ²Jair M. Abe, ¹⁻³Paulo A. M. Kanda, ^{4,6}Sergio Machado, ⁴Bruna Velasques, ⁴Pedro Ribeiro, ⁵Luis F. H. Basile, ³Ricardo Nitrini and ¹⁻³Renato Anghinah

¹Department of Behavioral and Cognitive Disorders,
Faculty of Medicine, University of Sao Paulo,
Rua Arruda Alvim, 206, Sao Paulo, SP, CEP 05410020, Brazil

²Department of Production Engineering,
ICET-Paulista University of Sao Paulo,
Brazil/Institute for Advanced Studies, Brazil

³Department of Neurology,
Faculty of Medicine, University of Sao Paulo, Brazil

⁴Institute of Psychiatry,
Brain Mapping and Sensory Motor Integration,
Federal University of Rio de Janeiro (IPUB/UFRJ), Brazil

⁵Psychophysiology Laboratory,
University Metodista of Sao Paulo, Brazil / High-Resolution EEG Section,
Division of Neurosurgery, Faculty of Medicine-University of Sao Paulo, Brazil

⁶Institute of Psychiatry,
Panic and Respiration Laboratory,
Federal University of Rio de Janeiro (IPUB/UFRJ), Brazil

Abstract: Problem statement: The visual analysis of Electroencephalogram (EEG) activity has shown useful as a complementary tool in Alzheimer Disease (AD diagnosis) when the diagnosis remains uncertain, in addition to be used in some clinical protocols. However, this analysis is subject to the inherent equipment imprecision, biological artifact, electrical records, and subjective physician interpretation of the visual analysis variation. The Artificial Neural Network (ANN) could be a helpful tool, appropriate to address problems such as prediction and pattern recognition. **Approach:**

(²) Corresponding Author: Helder F. S. Lopes, Reference Center of Behavioral and Cognitive Disorders of Faculty of Medicine, University of São Paulo. Rua Arruda Alvim, 206, São Paulo, SP, CEP 05410020, Brazil

In this study, it was used a new class of ANN, namely the Paraconsistent Artificial Neural Network (PANN), which is capable of handling uncertain, inconsistent, and paracomplete information, for recognizing predetermined patterns of EEG activity and to assess its value as a possible complementary method for AD diagnosis. Thirty three AD patients and thirty four controls patients of EEG records were obtained during relaxed wakefulness. It was considered as normal patient pattern, the background EEG activity between 8.0 Hz and 12.0 Hz (with an average frequency of 10.0 Hz), allowing a range of 0.5 Hz. **Results:** The PANN was able to recognize waves that belonging to their respective bands of clinical use (theta, delta, alpha, and beta), leading to an agreement with the clinical diagnosis at 80% of sensitivity and at 73% of specificity. **Conclusion:** Supported by results, the PANN could be a promising tool to manipulate EEG analysis, bearing in mind the following considerations: the growing interest of specialists in EEG visual analysis and the ability of the PANN to deal in directly imprecise, inconsistent and paracomplete data, providing an interesting quantitative and qualitative analysis.

Keywords: Electroencephalogram, alzheimer's disease, pattern recognition, artificial neural network, paraconsistent logic, Paraconsistent Artificial Neural Network (PANN), EEG visual analysis, paracomplete data, qualitative analysis

Introduction

Several studies on behavioral and cognitive neurology have been conducted to characterize dementias through biological and functional markers, for instance, the Electro Encephalo Graphic (EEG) activity, aimed at understanding the evolution of Alzheimer Disease (AD), following its progression, as well as leading toward better diagnostic criteria for early detection of cognitive impairment (Machado *et al.*, 2010; Duffy *et al.*, 2011). At present, there is no method able to determine a definitive diagnosis of dementia, where a combination of tests would be necessary to obtain a probable diagnosis.

The EEG activity is a record of brain's electrical activity, providing a space-time representation of synchronic postsynaptic potentials. The main generating sources of these electrical fields are most likely perpendicular in relation to the cortical surface, such as in the cortical pyramidal neurons. With regard to EEG visual analysis, several studies have shown that it is useful in aiding AD diagnosis, being indicated in some clinical protocols. During the relaxed awake state, normal EEG in adults is predominantly composed by the alpha band frequency, which is generated by interactions of the slum-cortical and thalamocortical systems. Incidentally, the most common finding in EEG visual

analysis is the slowing of the brain electrical activity compounds regarding delta and theta rhythms, and the decreasing or absence of the alpha rhythm. However, these findings are more common in moderate and advanced stages of AD.

Most of the theories and techniques available for the analysis of quantitative EEG are based on classical logic (Puri and Li, 2010) and, therefore, have inherent limitations to this logic. Although several theories have been developed in order to overcome these limitations, e.g. fuzzy set theory, Rough theory, non-monotonic reasoning, among others, cannot deal with inconsistencies and paracompleteness, at least directly. Thus, it is needed a new kind of logic to deal with uncertain, inconsistent and paracomplete data (Silva Filho *et al.*, 2010).

The Artificial Neural Network (ANN) can be described as a computational system consisting of a set of highly interconnected processing elements, called artificial neurons, which process information in response to external stimuli. An artificial neuron is a simplistic representation that emulates the signal integration and the behavior of the firing threshold of biological neurons by means of mathematical structures. Artificial neurons, like their biological counterparts, are bound together by connections that determine the information flow among neurons. Stimuli are transmitted from the processing element to another one via synapses or interconnections, which can be excitatory or inhibitory. Neural networks have an advantage over conventional programming because they lie in their ability to solve problems that do not have an algorithmic solution or where the available solution is too complex to be found (Syam and Harnarinesingh, 2010). Thus, neural networks are well suited to tackle problems that people are good at solving, such as prediction and pattern recognition. Moreover, ANNs have been applied within the medical domain for clinical diagnosis, imaging analysis and interpretation, signal analysis and interpretation (Karait *et al.*, 2009; Syam and Harnarinesingh, 2010), and drug development. Therefore, ANN constitutes an interesting tool for EEG qualitative analysis. On the other hand, in EEG analysis we are faced with imprecise, inconsistent and paracomplete data. In order to manipulate this information directly, recently, some interesting theories have been proposed: fuzzy sets and rough sets for example.

In this study, we employed a particular kind of ANN based on Paraconsistent Annotated Evidential Logic $E\tau$ (Abe and Nakamatsu, 2009), which is capable of manipulating imprecise, inconsistent and paracomplete data in order to make a first study of the recognition of EEG standards with the aim of using it in AD diagnosis. In the methodology section, we will present this new artificial neural network, the Paraconsistent Artificial Neural Networks (PANN) (Silva Filho *et al.*, 2010).

In this study we aim to continue our previous studies (Abe *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2009), in order to improve the performance of PANN on the classification of patients with AD likely, using as criterion for classifying the slowing of brain activity based on the patients.

Materials and Methods

The atomic formulas of the logic $E\tau$ are of the type $p(\mu, \lambda)$, where $(\mu, \lambda) \in [0, 1]^2$ and $[0, 1]$ is the real unitary interval (p denotes a propositional variable). $P(\mu, \lambda)$ can be intuitively read: “It is assumed that p ’s favorable evidence is μ and contrary evidence is λ Thus:

- $p(1.0, 0.0)$ can be read as a true proposition
- $p(0.0, 1.0)$ can be read as a false proposition
- $p(1.0, 1.0)$ can be read as an inconsistent proposition
- $p(0.0, 0.0)$ can be read as a paracomplete (unknown) proposition
- $p(0.5, 0.5)$ can be read as an indefinite proposition

We introduce the following concepts (Abe and Nakamatsu, 2009) (all considerations are taken with $0 \leq \mu, \lambda \leq 1$):

- Uncertainty degree (Eq. 1)
- Certainty degree (Eq. 2)
- Complementation (Eq. 3)

$$G_{un}(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1 \quad (1)$$

$$G_{ce}(\mu, \lambda) = \mu - \lambda \quad (2)$$

$$X_{c(y)} = 1 - Y \quad (3)$$

An order relation is defined on $[0, 1]^2$: $(\mu_1, \lambda_1) \leq (\mu_2, \lambda_2) \Leftrightarrow \mu_1 \leq \mu_2$ and $\lambda_2 \leq \lambda_1$ constituting a lattice that will be symbolized by τ .

With the uncertainty and certainty degrees we can achieve the following 12 output states (Fig. 1): Extreme states that are, false, true, inconsistent and paracomplete, and non-extreme states (Table 1).

Some additional control values are:

- $V_{c_{ic}} = \text{maximum value of uncertainty control} = Ft_{ct}$
- $V_{c_{ve}} = \text{maximum value of certainty control} = Ft_{ce}$
- $V_{c_{pa}} = \text{minimum value of uncertainty control} = -Ft_{ct}$
- $V_{c_{fa}} = \text{minimum value of certainty control} = -Ft_{ce}$

For the discussion in the present paragraph we have used: $Ft_{ct} = Ft_{ce} = 0.5$.

In the PANN the main aim is to ascertain how to determine the certainty degree concerning a proposition, i.e., if it is false or true. To this end, we take into account the certainty degree G_{ce} . The uncertainty degree G_{un} indicates the ‘measure’ of the inconsistency or par-completeness. If the certainty degree is low or the uncertainty degree is high, it generates an in-definition.

Using the concepts of basic Para-consistent Artificial Neural Cell (PANC-Fig. 2), we can obtain the family of PANC considered in this study, as described in Table 2.

We analyzed 67 EEGs records, 34 normal’s and 33 probable AD (Table 3), during the awake state at rest (i.e., eyes closed). We used electrodes placed according to the 10-20 international system and an EEG 32 channels EMSA device, with 200Hz sample frequency.

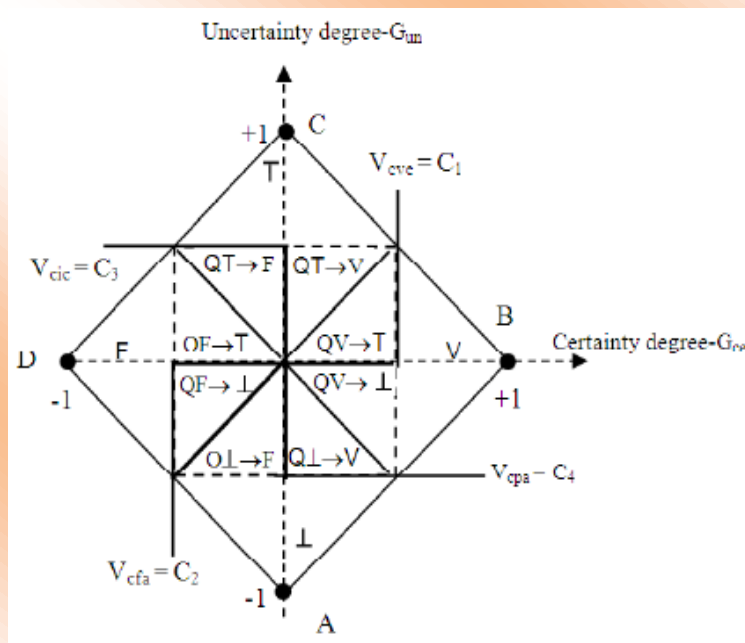


Fig. 1: The figure displays the output regions of the lattice, constituting the decision-making of the inputs. In this lattice we have 12 output states: extreme and non-extreme states. Table 1 for symbology. $C_1 = V_{cve}$ = truth control value; $C_2 = V_{cfa}$ = falsity control value; $C_3 = V_{cic}$ = inconsistency control value; $C_4 = V_{cpa}$ = paracompleteness control value

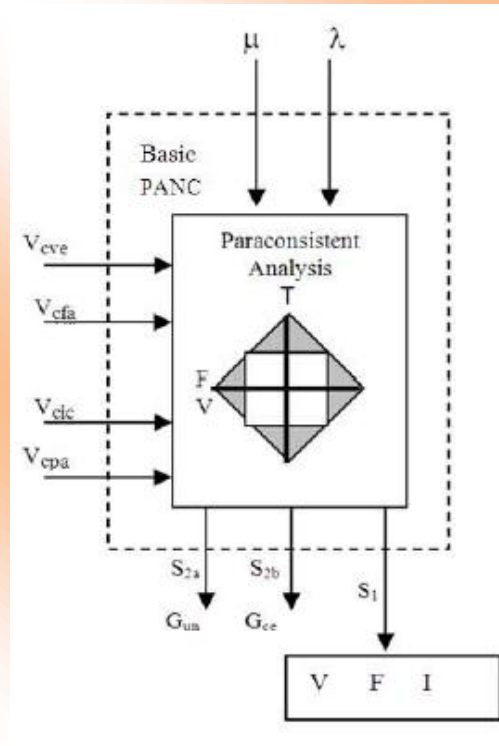


Fig. 2: Basic cell of PANN. μ = input of favorable evidence; λ = input of contrary evidence; T = inconsistent; \perp = paracomplete; V = true; F = false; V_{cve} = truth control value; V_{cfa} = falsity control value; V_{cic} = inconsistency control value; V_{cpa} = paracompleteness control value; S_{2a} = output with uncertainty degree G_{un} ; S_{2b} = output with certainty degree G_{ce} ; S_1 = output with true (V), false (F) or indefinite constant (I)

Table 1: Extreme and Non-extreme states

Extreme states	Symbol	Non-extreme states	Symbol
True	V	Quasi-true tending to inconsistent	$QV \rightarrow T$
False	F	Quasi-true tending to paracomplete	$QV \rightarrow \perp$
Inconsistent	T	Quasi-false tending to inconsistent	$QF \rightarrow T$
Paracomplete	\perp	Quasi-false tending to paracomplete	$QF \rightarrow \perp$
		Quasi-inconsistent tending to true	$QT \rightarrow V$
		Quasi-inconsistent tending to false	$QT \rightarrow F$
		Quasi-paracomplete tending to true	$Q\perp \rightarrow V$
		Quasi-paracomplete tending to false	$Q\perp \rightarrow F$

Table 2: Paraconsistent artificial neural cells

PANC	Inputs	Calculations	Output
Analytic connection-PANC _{ac}	$\mu, \lambda, Ft_{ct}, Ft_{ce}$	$\lambda_c = X_{c(\lambda)}$ (Eq. 3) G_{tm} (Eq. 1) G_{ce} (Eq. 2) $\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	If $ G_{ce} > Ft_{ce}$ then $S_1 = \mu_r$ and $S_2 = 0$; If $ G_{tm} > Ft_{ct}$ and $ G_{tm} > G_{ce} $ then $S_1 = \mu_r$ and $S_2 = G_{tm} $, if not $S_1 = 1/2$ and $S_2 = 0$
Maximization-PANC _{max}	μ, λ	None	If $\mu > \lambda$, then $S_1 = \mu$, if not $S_1 = \lambda$
Minimization-PANC _{min}	μ, λ	None	If $\mu < \lambda$, then $S_1 = \mu$, if not $S_1 = \lambda$

Table 3: Group of individuals selected for the study (p = 0.8496)

	Normal individuals control group	Probable AD individuals AD group
Male	8.00	6.00
Female	26.00	27.00
Mean	61.38	68.00
Schooling	8.12	6.21
MEEM	24.53	20.58

The data acquisition is obtained from magnetic archives (suitable software for physical capture of the signals) or manually (archives TXT-American National Standard Code for Information Interchange). As the actual EEG examination values can vary highly, in module, something like 10/1500 μV , we precede a normalization of the values between 100 and 100 μV by a simple linear conversion (Eq. 4), to facilitate the manipulation and to visualize in the screen:

$$x = \left(\frac{100 \cdot a}{m} \right) \quad (4)$$

Where:

m = Maximum value of the exam

a = Current value of the exam

x = Current normalized value

It is worth to observe that the process above does not allow the loss of any wave essential characteristics for our analysis.

Elimination of negative cycle: The minimum value of the exam is taken as zero value and the remaining values are translated proportionally.

Data analysis, expert system, and wave morphology: In analyzing EEG signals, one important aspect to take into account is the morphological aspect. To perform this task, it is valuable to build a very simple Expert System, which allows “abnormalities” to be verified, such as spikes and artifacts. Also, it analyses the signal behavior, verifying which band it belongs to (delta, theta, alpha and beta).

Morphological analysis: A control database is composed by waves presenting 256 positions with perfect sinusoidal morphology, with 0.5 Hz of variance, so taking into account Delta, Theta, Alpha and Beta (of 0.5-30.0 Hz) wave groups.

The process of morphological analysis of a wave is performed by comparing with a certain set of wave patterns (stored in the control database). A wave is associated with a vector (finite sequence of natural numbers) through digital sampling. This vector characterizes a wave pattern and is registered by PANN. Thus, new waves are compared, allowing their recognition or otherwise.

For the sake of completeness, we show some basic aspects of how PANN operates. Let us take three vectors (Fig. 3): $V_1 = (8, 5, 4, 6, 1)$; $V_2 = (8, 6, 4, 6, 5)$; $V_3 = (8, 2, 4, 6, 9)$, where V_1 is the analyzed wave, V_2 and V_3 are waves previously stored in the control database. The favorable evidence is calculated as follows: given a pair of vectors, we take ‘1’ for equal elements and ‘0’ for different elements, and calculate their percentage.

- Comparing V_2 with V_1 : $1+0+1+1+0 = 3$; in percentage: $(3/5)*100 = 60\%$
- Comparing V_3 with V_1 : $1+0+1+1+0 = 3$; in percentage: $(3/5)*100 = 60\%$

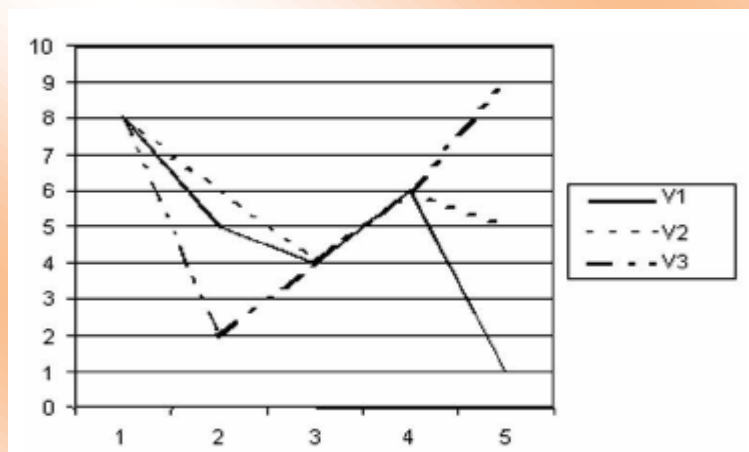


Fig. 3: Comparison of the vectors. Taking as basis the vector V_1 , visually we can observe that vector V_2 is ‘more similar’ to V_1 than V_3 . We use a PANN to recognize this technical system.

The contrary evidence is the weighted addition of the differences between the different elements, in module (Eq. 5):

- Comparing V_2 with $V_1 = 0+1/10+0+0+4/10 = (5/10)/5 = 10\%$
- Comparing V_3 with $V_1 = 0+3/10+0+0+8/10 = (11/10)/5 = 22\%$

$$C_e = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_j - y_j|}{a} \right)}{n} \quad (5)$$

Where:

n = Total of elements
a = Maximum amplitude
j = Actual element
Ce = Contrary evidence

Therefore, we can say that V_2 is 'more similar' to V_1 than V_3 . We use a PANN to recognize this technical system.

Following this process, PANN was applied successfully in some studies, e.g., speech recognition (Silva Filho *et al.*, 2010).

When the methodology is used in vectors with a huge number of positions, as it is the case of EEG signals, it can present low variance in the favorable evidence.

To avoid this, we introduce other characteristic factor of comparison, the number of peaks of the wave (Eq. 6). In this process, instead we consider as favorable evidence the equality between wave points, we substitute them for the similarity among the peaks of the analyzed waves:

$$F_e = 1 - \left(\frac{(|bd - vt|)}{(bd + vt)} \right) \quad (6)$$

Where:

Vt = Number of wave peaks of the exam

Bd = Number of the wave peaks being compared (pattern stored in the database)

Fe = Favorable evidence

Each peak is a 1 Hz morphological approximation; so a wave with 8 peaks is classified as 8 Hz wave (Alpha band).

At the end of the process, the values of contrary evidence and evidence favorable are submitted to the lattice of decision making. If the coordinated fall on the true region, it is similar to the wave, otherwise as not similar. Therefore, the wave to get more favorable evidence and less contrary evidence will be selected as the most similar wave. Thus, with this improvement we can detect differences among waves more sharply allowing verifying different kinds of interference waveforms (artifacts) and spikes.

In this process, other interesting information can be obtained, the waves' approximate frequency. As the control waves of normality pattern were stored in the database in a systematic way, in other words, with waves with prefixed frequency, then, we know the frequency of each wave. Therefore, when we found the most similar wave to the one that is being analyzed, we also found its frequency. The most amazing advantage of this method of analysis is the low processing, thus it allows using relatively simpler mathematical techniques in comparison with the techniques used nowadays (such as fast Fourier transform).

Data analysis-expert system for detecting the diminishing average frequency level: An expert system verifies the average frequency level of Alpha waves and compares them with a fixed external one (external parameter wave).

Such external parameter can be, for instance, the average frequency of a population or the average frequency of the last exam of the patient. This system also generates two outputs: favorable evidence μ

(normalized values ranging from 0 (corresponds to 100%-or greater frequency loss) to 1 (which corresponds to 0% of frequency loss) and contrary evidence $\lambda = X_{c(\mu)}$ (Eq. 3).

The average frequency of population pattern used in this study is 10 Hz (Carthery-Goulart *et al.*, 2009).

Data analysis-expert system for high frequency band concentration: This expert system is utilized for Alpha band concentration in the exam. For this, we consider the quotient of the sum of fast Alpha and Beta waves over slow Delta and Theta waves (Eq. 7). This expert system generates two outputs:

- Favorable evidence μ (Eq. 7)
- Contrary evidence $\lambda = X_{c(\mu)}$ (Eq. 3)

$$\mu = \left(\frac{(A + B)}{(D + T)} \right) \quad (7)$$

Where:

A = Alpha band concentration

B = Beta band concentration

D = Delta band concentration

T = Theta band concentration

μ = Value resulting from the calculation

Data analysis-expert system for low frequency band concentration: This expert system is utilized for Delta band concentration in the exam. For this, we consider the quotient of the sum of slow Delta and Theta waves over fast Alpha and Beta waves (Eq. 8). This expert system generates two outputs:

- Favorable evidence μ (Eq. 8).
- Contrary evidence $\lambda = X_{c(\mu)}$ (Eq. 3)

$$\mu = \left(\frac{(D + T)}{(A + B)} \right) \quad (8)$$

Where:

A = Alpha band concentration

B = Beta band concentration

D = Delta band concentration

T = Theta band concentration

μ = Value resulting from the calculation

Data analysis-decision making: When we analyze information from sources, we may encounter contradictory, fuzzy or para complete data. However, a decision can still be reached. For instance, assuming we have three items of information PA, PB, and PC, which PA and PB are being analyzed. Thus, if we cannot decide with this expert information, we take the third PC into account in the following way.

The first layer is composed of three analytical PANC connections: C1, C2, and C3 whose signals are analyzed by means of the Basic Structural Equation-BSE (Eq. 9), resulting in the output signals SA, SB and SC (Fig. 4):

$$S = \left(\frac{(\mu - (1 - \lambda) + 1)}{2} \right) \quad (9)$$

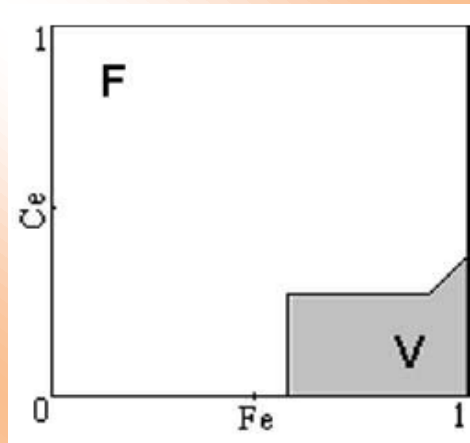


Fig. 4: Lattice of morphological analysis. Ce is the contrary evidence; Fe is the favorable evidence; F is logic state False; V is logic state True

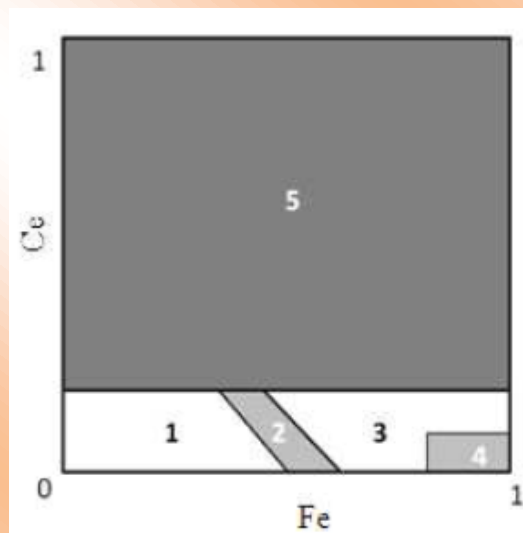
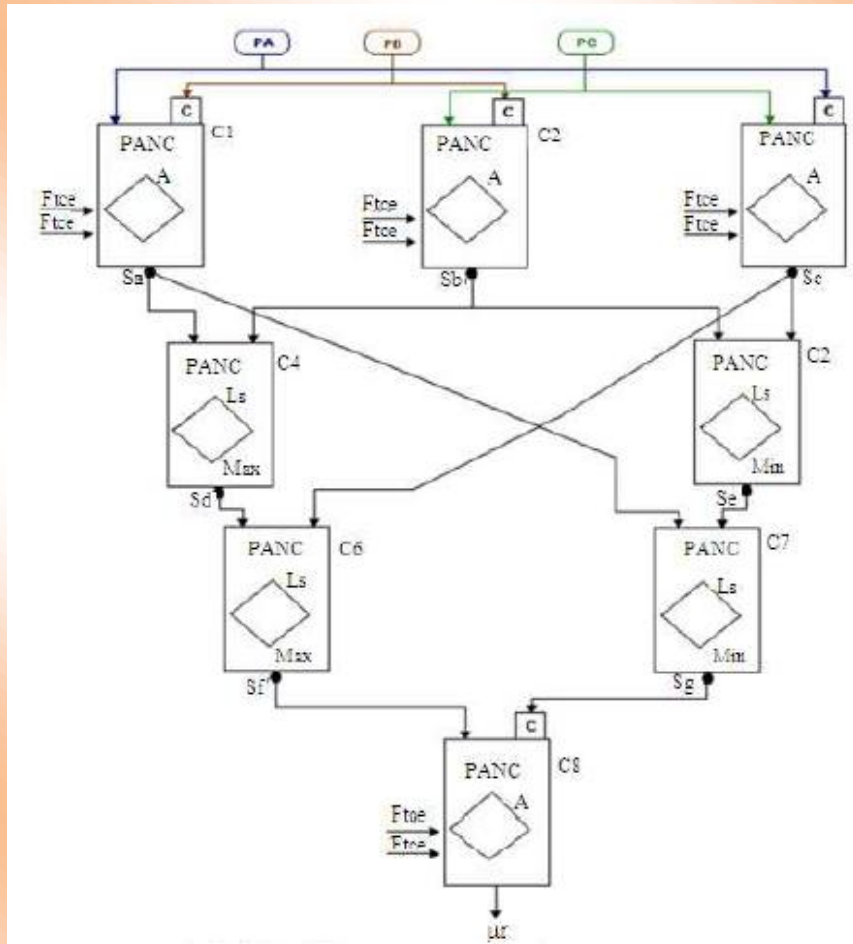


Fig. 5: Lattice of PANN analysis. Ce is the contrary evidence; Fe is the favorable evidence; F is logic state False; V is logic state True. Area 1: State logical False (AD likely below average population), 2: State logical Near-real (AD likely than average population); Area 3: State-Almost logical false (Normal below average population); Area 4: State logical True (Normal above average population); Area 5: logical state of uncertainty (not used in the study area)

In the internal layers, the cells C4 and C6 constitute the Maximization Neural Unit (it takes the maximum value SG among output values SA, SB and SC) and the cells C5 and C7, the Minimization Neural Unit (which takes the minimum value SE among output values SA, SB, and SC).

To define an interpretation of the analysis is used the resultant value (μ_r) and complements, because this generates a complemented resultant value (λ_r). This way, we acquire resultant favorable evidence (μ_r) and resultant contrary evidence (λ_r), which are submitted to the lattice of decision making (Fig. 5).



- C1-PANC which processes input data of PA and PB
- C2-PANC which processes input data of PB and PC
- C3-PANC which processes input data of PC and PA
- C1, C2, and C3 constitute the 1st layer of the architecture
- C4-PANC which calculates the maximum evidence value between cells C1 and C2
- C5-PANC which calculates the minimum evidence value between cells C2 and C3
- C4 and C5 constitute the 2nd layer of the architecture
- C6-PANC which calculates the maximum evidence value between cells C4 and C3
- C7-PANC which calculates the minimum evidence value between cells C1 and C5
- C6 and C7 constitute the 3rd layer of the architecture
- C8 analyzes the experts PA, PB, and PC and gives the resulting decision value

Fig. 6: A decision-making architecture for global analysis. Three expert systems operate: PA, for detecting the diminishing average frequency level; PB, for Alpha band concentration, and PC, for Theta band concentration

Where:

PANC A = Para consistent artificial neural cell of analytic connection

PANCLS_{Max} = Para consistent artificial neural cell of simple logic connection of maximization

PANCLS_{Min} = Para consistent artificial neural cell of simple logic connection of minimization

Ft_{ce} = Certainty tolerance factor

Ft_{ct} = Contradiction tolerance factor

S_a = Output of C1 cell

S_b = Output of C2 cell

S_c = Output of C3 cell

S_d = Output of C4 cell

S_e = Output of C5 cell

S_f = Output of C6 cell

S_g = Output of C7 cell

C = Complemented value of input

μ_r = Value of output of PANN

Results

The Table 4 and 5 show details of each examination analyzed. The proposed method obtained a sensitivity of 80% and a specificity of 73%, as shown in Table 6. Figure 8 shows the distribution of lattice results in decision-making.

Table 4: Test with normal patients. FE = Favorable Evidence; CE = Contrary Evidence; Diagnosis - 1 = Normal individual 2 = Probable AD patient; Delta, Theta, Alpha, and Beta = quantity of waves; Mean = Mean of quantity of waves

Exam	Patient	Delta	Theta	Alpha	Beta	Mean	FE	CE	Diagnosis
7601	JS	7	152	111	0	6.91840	0.4813	0.1404	1
7701	RKG	0	100	215	24	8.47500	0.4813	0.0712	2
5401	EC	4	157	108	12	7.02500	0.4959	0.1377	2
7801	JIS	1	91	209	39	8.50000	0.5191	0.0603	1
6501	LANG	4	86	222	25	8.42500	0.5207	0.0548	1
7101	JTBT	0	89	243	12	8.60000	0.5419	0.0594	1
7201	OTWNV	0	74	249	13	8.40000	0.5896	0.0301	1
1202	RA	6	44	194	164	10.20000	0.8162	0.0613	1
2102	DYT	7	66	101	579	18.82500	0.8546	0.0485	1
1802	DO	0	32	269	105	10.15000	0.8818	0.0394	1
6101	EFRC	0	31	261	106	10.19860	0.8832	0.0389	2
1902	ILM	3	26	242	136	10.48420	0.8931	0.0356	1
3001	AB	10	27	40	584	16.52500	0.9580	0.0280	2
1605	DO	0	21	308	88	10.42500	0.9622	0.0252	1
1303	DO	2	12	308	74	10.16440	0.9735	0.0177	1
2202	GM	0	39	93	1064	29.90000	0.9755	0.0163	2
2001	LBA	2	19	82	508	17.07500	0.9769	0.0154	1
5901	DG	0	13	181	258	11.88330	0.9784	0.0144	1
1103	DO	0	12	259	150	10.81310	0.9786	0.0143	1
2401	NAG	2	7	285	108	10.07500	0.9833	0.0112	1
1004	ON	0	14	102	562	16.95000	0.9845	0.0103	1
2302	GAA	0	11	168	429	16.31000	0.9864	0.0090	1
1404	RA	0	7	316	78	10.02500	0.9869	0.0087	1
2901	LFM	2	15	87	923	26.70260	0.9876	0.0083	1
2701	AEJO	2	12	99	995	29.94440	0.9905	0.0063	1
1604	MLSD	3	7	141	720	25.98125	0.9914	0.0057	2
2201	MHA	0	0	101	941	26.05000	1.0000	0.0000	1
2501	YVG	0	0	0	1347	34.30260	1.0000	0.0000	1
4001	TANB	15	135	98	26	6.85000	0.5107	0.1162	2
1201	E	4	32	175	238	11.50000	0.8797	0.0401	1
1704	JSM	0	25	231	195	11.27500	0.9584	0.0277	1
2103	MRA	0	30	108	407	14.34210	0.9587	0.0275	1
1503	ACP	4	5	327	39	9.37500	0.9664	0.0193	2
1302	MM	4	0	161	474	15.97500	0.9953	0.0031	1
4301	NGP	15	153	103	0	6.77500	0.4544	0.1487	1
7501	IOG	13	161	71	37	7.05000	0.4635	0.1610	1
3201	GBS	4	40	264	50	8.95000	0.7631	0.0090	2
1203	CLD	3	42	286	26	9.16050	0.7690	0.0211	2
2601	RPS	6	47	141	291	12.56710	0.8361	0.0546	2
3101	JCS	0	46	223	134	10.07500	0.8288	0.0571	2
2101	MW	7	75	196	68	8.65000	0.5770	0.0510	2

Table 5: Test with non-normal patients FE = Favorable Evidence; CE = Contrary Evidence; Diagnosis - 1 = Normal individual, 2 = Probable AD patient; Delta, Theta, Alpha, and Beta = quantity of waves; Mean = Mean of quantity of waves

Exam	Patient	Delta	Theta	Alpha	Beta	Mean	FE	CE	Diagnosis
4101	MTRS	6	104	168	24	7.5500	0.3311	0.0596	2
6001	EGT	8	177	40	0	5.9210	0.4373	0.2072	2
7901	AMNT	5	71	162	147	9.6250	0.6851	0.0800	1
5701	ABC	6	55	202	120	9.5750	0.7398	0.0584	2
2203	JPNF	11	142	94	0	6.1750	0.1204	0.1185	2
6201	ESSE	0	144	146	12	7.5500	0.1623	0.1159	2
6301	MF	0	137	162	0	7.4750	0.1865	0.1028	2
7301	AOFFS	10	117	144	27	7.4500	0.2332	0.0856	1
5501	TMOG	16	155	62	13	6.1500	0.2352	0.1551	2
6401	RRS	4	176	72	0	6.3000	0.2564	0.1721	2
8102	ABS	0	123	168	27	7.9500	0.3173	0.0909	2
5801	TCS	15	177	47	13	6.3000	0.3279	0.1960	1
1504	CLD	11	96	203	0	7.7500	0.3698	0.0601	1
8001	BLW	4	114	174	40	8.3000	0.3819	0.0927	1
1703	CLD	4	104	208	0	7.9000	0.3823	0.0659	2
1801	ZSA	4	101	187	16	7.8907	0.3832	0.0650	2
2801	CRSV	8	89	213	13	8.0750	0.4533	0.0539	2
43901	AVB	8	152	114	12	7.1500	0.5092	0.1372	2
44001	ASS	40	165	8	0	5.4552	0.6709	0.2540	2
1701	LHO	4	64	242	59	9.2250	0.6848	0.0534	2
1102	MLCM	6	67	202	107	9.5500	0.6909	0.0730	2
1702	RF	0	65	227	81	9.3250	0.7049	0.0534	2
1301	MGC	7	66	148	216	11.5000	0.7494	0.0835	2
1606	OSP	0	63	214	121	10.1723	0.7626	0.0791	2
4201	MAP	8	43	221	115	9.6750	0.7861	0.0496	1
1803	ABM	4	54	191	171	10.5000	0.7929	0.0690	2

Table 6: Diagnosis-normal individual x probable AD patients

Gold standard				
		AD Patient (%)	Normal individual (%)	Total (%)
PANN	AD Patient	35.82	14.93	50.75
	Normal individual	8.96	40.30	49.25
	Total	44.78	55.22	100.00
	Sensitivity:	0.80		
	Specificity:	0.73		
	Index of coincidence (Kappa):	0.76		

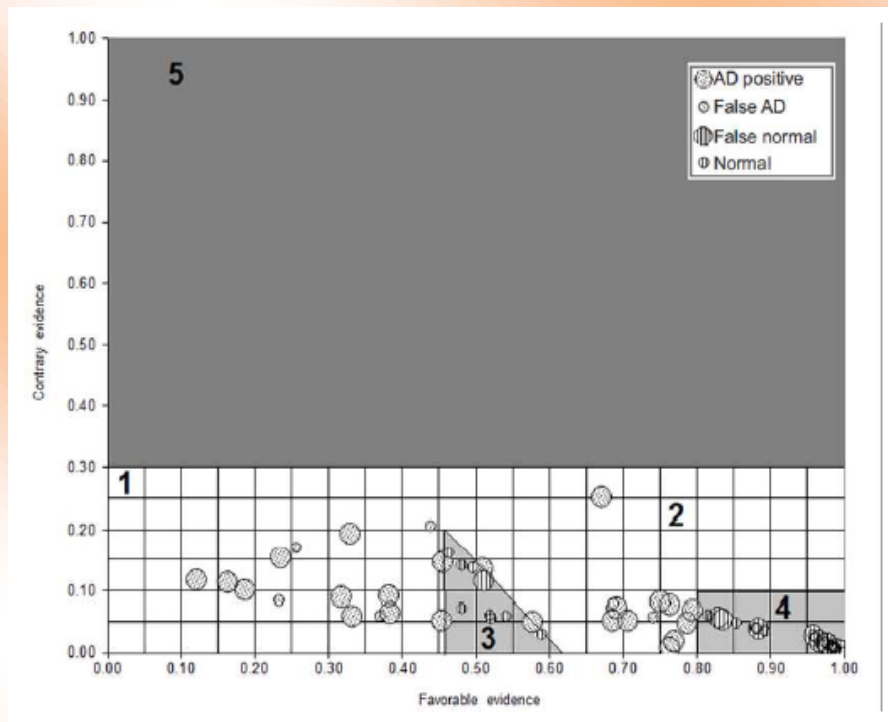


Fig. 7: The lattice final decision of the review process of PANN with the result of the 67 examinations. Area 1: State logical False (AD likely below average population), 2: State logical Near-real (AD likely than average population); Area 3: State-Almost logical false (Normal below average population); Area 4: State logical True (Normal above average population); Area 5: logical state of uncertainty (not used in the study area)

Discussion

We believe that a process of the examination analysis using a PANN attached to EEG findings, such as relations between frequency bandwidth and inter hemispheric coherences, can create computational methodologies that allow the automation of analysis and diagnosis. The computational implementation of PANN shown in Figure 6 can be performed very easily, thus enabling their application.

As seen in Figure 7, the method can distinguish groups and subgroups of individuals. Both in relation to normal or probable AD, as for the average number of individuals, ie, the method can differentiate normal patients from probable AD patients regardless of the average frequency of brain activity of the individual.

These methodologies could be employed as tools to aid in the diagnosis of diseases such as Alzheimer's disease, provided they have defined electroencephalographic findings.

In the case of Alzheimer's disease, for example, in studies carried out previously (Lopes *et al.*, 2009) shown satisfactory results (but still far from being a tool to aid clinical) that demonstrated the computational efficiency of the methodology using a simple morphological analysis (only Paraconsistent Annotated Logic $E\tau$). These results encouraged us to improve the morphological analysis of the waves and try to apply the method in other diseases besides Alzheimer's disease.

With the process of morphological analysis using the PANN, it becomes possible to quantify the frequency average of the individual without losing its temporal reference. This feature becomes a differential, compared to traditional analysis of quantification of frequencies, such as Fast Fourier Transform (FFT), aiming at a future application in real-time analysis, i.e. at the time of acquisition of the EEG exams.

For this future application, it must be assumed that the automatic detection of spikes and artifacts are important functions that should be aggregated for analysis, thus creating variations in morphology specialized detection devices, for example.

It is noteworthy that by treating the PANN a relatively new theory and extend the operation of classical PANN is justified to use different approaches (as discussed in this study) to know the full potential of the theory applied to the specific and real needs.

Conclusion

The methodology of pattern of recognition (through PANNs) using morphological analysis showed itself to be effective, achieving recognize patterns of waves similar to patterns stored in the database. In addition, this methodology allows the quantification and qualification of the examination of EEG data to be used by PANN in its process of examination analysis. PANN also proved to be an agile and promising as a tool for distinguishing among patients, providing a satisfactory performance, classifying them with good sensitivity but low specificity.

The setup possibilities allows PANN to make further studies with larger number of patients, and then our findings could be used as basic values to achieve new comparisons. The characteristics of Para consistent Logic and PANNs show up effective in recognizing patterns. Moreover, our results may extend to other studies of waves, such as identification of artifacts and also to other diseases in which EEG can be used as a clinical procedure. Finally, our study opens opportunities for future studies using other options for processing and treating the EEG signals with Paraconsistent Logic and PANN.

Acknowledgement

The researchers are grateful to the anonymous referees providing useful comments to improving this version of the study.

References

- Abe, J.M. and K. Nakamatsu, 2009. A survey of paraconsistent annotated logics and applications. *Int. J. Reason. Intell. Syst.*, 1: 31-42. DOI: 10.1504/IJRIS.2009.026715
- Abe, J.M., H.F.S. Lopes and R. Anghinah, 2011. Paraconsistent artificial neural networks and EEG analysis. *Int. J. Reason. Intell. Syst.*, 3: 115-123. DOI: 10.1504/IJRIS.2011.042266
- Carthery-Goulart, M.T., R. Anghinah, R. Areza-Fegyveres, V.S. Bahia and S.M. Brucki *et al.*, 2009. Performance of a Brazilian population on the test of functional health literacy in adults. *Rev. Saude Publica.*, 43: 631-638. PMID: 19488667
- Duffy, F.H., G.B. McAnulty, M.C. McCreary, G.J. Cuchural and A.L. Komaroff, 2011. EEG spectral coherence data distinguish chronic fatigue syndrome patients from healthy controls and depressed patients-A case control study. *BMC Neurol.*, 11: 82-82. DOI: 10.1186/1471-2377-11-82 PMID: 21722376
- Karait, N.O.S.B., S.M. Shamsuddin and R. Sudirman, 2009. Swarm negative selection algorithm for electroencephalogram signals classification. *J. Comput. Sci.*, 5: 995-1002. DOI: 10.3844/jcssp.2009.995.1002
- Lopes, H.F.S., J.M. Abe and R. Anghinah, 2009. Application of paraconsistent artificial neural networks as a method of aid in the diagnosis of alzheimer disease. *J. Med. Syst.*, 34: 1073-1081. DOI: 10.1007/s10916-009-9325-2
- Machado, S., F. Araujo, F. Paes, B. Velasques and M. Cunha *et al.*, 2010. EEG-based brain-computer interfaces: An overview of basic concepts and clinical applications in neurorehabilitation. *Rev. Neurosci.*, 21: 451-468. PMID: 21438193
- Puri, I.K. and L. Li, 2010. Mathematical Modeling for the Pathogenesis of Alzheimer's disease. *PloS ONE*, 5: e15176-e15176. DOI: 10.1371/journal.pone.0015176 PMID: 21179474
- Silva Filho, J.I.D., G.L. Torres and J.M. Abe, 2010. Uncertainty Treatment Using Paraconsistent Logic: Introducing Paraconsistent Artificial Neural Networks. 1st Edn., Ios Pr Inc, IOS Press, Amsterdam, Washington, DC., ISBN: 9781607505570, pp: 311.

Syan, C.S. and R.E.S. Harnarinesingh, 2010. Comparison of pre-processing and classification techniques for single-trial and multi-trial p300-based brain computer interfaces. Am. J. Applied Sci., 7: 1219-1225. DOI: 10.3844/ajassp.2010.1219.1225

Meio de Publicação: Periódico

Título do Texto: *Improved Application of Paraconsistent Artificial Neural Networks in Diagnosis of Alzheimer's Disease*

Autores: H. F. S. Lopes; J. M. Abe; P. A. M. Kanda; S. Machado; B. Velasques; P. Ribeiro; L. F. H. Basile; R. Nitrini; R. Anghinah

Título do Meio de Publicação: *American Journal of Neuroscience*

Local da Publicação: São Paulo – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: *American Journal of Neuroscience*

Edição: 1

Volume: 2

Nº do Fascículo: 1

Página inicial e página final: 54-64

ISSN: 1948-9900

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: **Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção**

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

**PARACONSISTENT ARTIFICIAL NEURAL
NETWORKS AND EEG ANALYSIS**

Jair Minoro Abe*

Graduate Program in Production Engineering – ICET – Paulista University – São Paulo – Brazil
and Institute for Advanced Studies – University of São Paulo – Brazil

Email: jairabe@uol.com.br

*Corresponding author

Helder Frederico da Silva Lopes

Faculty of Medicine – University of São Paulo – Brazil

Email: helder.mobile@gmail.com

Renato Anghinah

Reference Center of Behavioral Disturbances and Dementia (CEREDIC) of Medicine School

University of São Paulo – Brazil

Email: anghinah@usp.br

Abstract: The aim of this paper is to present a study of brain EEG waves through a new ANN (Artificial Neural Networks) based on Paraconsistent Annotated Evidential Logic, Et , which is capable of manipulating concepts like impreciseness, inconsistency, and paracompleteness in a nontrivial manner. As an application, the Paraconsistent Artificial Neural Network (PANN) proved capable of recognising children with Dyslexia with Kappa index at a rate of 80%.

Keywords: artificial neural network, paraconsistent logics, annotated logics, pattern recognition, dyslexia.

Reference to this paper should be made as follows: Abe, J.M., Lopes, H.F.S. and Anghinah, R. (2011) ‘Paraconsistent artificial neural networks and EEG analysis’, *Int. J. Reasoning-Based Intelligent Systems*, Vol. 3, No. 2, pp.115–123.

Biographical notes: J.M. Abe received his Doctorate degree from University of São Paulo in 1992. He is currently Full Professor at the Graduate Program in Production Engineering, Paulista University and Coordinator of the Logic and Science Theory Area of Institute for Advanced Studies, University of São Paulo, São Paulo, Brazil. His current research interest includes paraconsistent

annotated logic and application in AI, automation and robotics, biomedicine and production engineering.

H.F.S. Lopes is currently pursuing his PhD degree at University of São Paulo, Brazil under the supervision of Dr. Jair M. Abe and Dr. Renato Anghinah.

R. Anghinah, MD and PhD, is the Head of Clinical Neurophysiology Service of Reference Center of Behavioral Disturbances and Dementia (CEREDIC) of Medicine School, University of São Paulo, Brazil.

1 Introduction

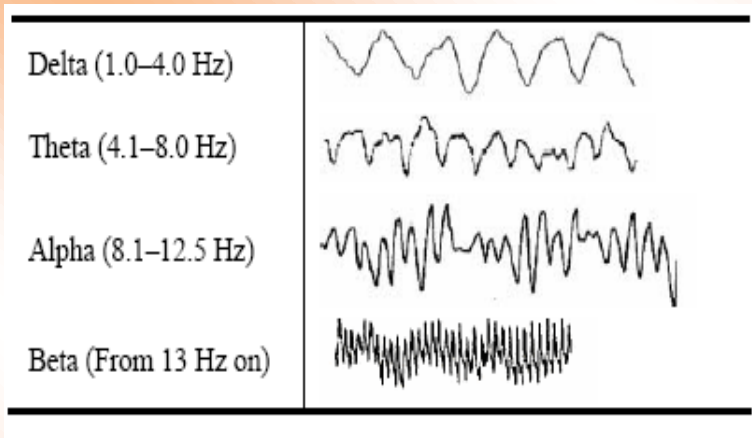
In this paper we employ a new kind of ANN (Artificial Neural Networks) based on paraconsistent annotated evidential logic $E\tau$ (Sylvan and Abe, 1996; Abe, 2001), which is capable of manipulating imprecise, inconsistent and paracomplete data in order to make a first study of the recognition of EEG standards.

The EEG is a brain electric signal activity register, resultant of the space-time representation of synchronic postsynaptic potentials. The most probable is that the main generating sources of these electric fields are perpendicularly guided regarding to the cortical surface, as the cortical pyramidal neurons.

The graphic registration of the sign of EEG can be interpreted as voltage flotation with mixture of rhythms, being frequently sinusoidal, ranging from 1 Hz to 70 Hz. In the clinical-physiological practice, such frequencies are grouped in frequency bands (Table 1): delta (0.5–4.0 Hz), theta (4.1–8.0 Hz), alpha (8.1–12.5 Hz) and beta (> 13.0 Hz). During the relaxed awake, normal EEG in adults is predominantly composed by alpha band frequency, which is generated by interactions of the slum-cortical and thalamocortical systems.

EEG analysis, as well as any other measurements devices, is limited and subjected to the inherent imprecision of the several sources involved: equipment, movement of the patient, electric registers and individual variability of physician visual analysis. Such imprecision can often include conflicting information or paracomplete data (Anghinah, 2003). The majority of theories and techniques available are based on classical logic and so they cannot handle adequately such set of information, at least directly. Although several theories have been developed in order to overcome such limitations, e.g. fuzzy set theory, rough set theory, non-monotonic reasoning, among others, they cannot manipulate inconsistencies and paracompleteness directly. So, we need a new kind of logic to deal with uncertainty, inconsistent and paracomplete data, namely the paraconsistent annotated evidential logic $E\tau$ (Abe, 1997).

Table 1 Examples of graphical representation of frequency bands



2 Backgrounds

Paraconsistent Artificial Neural Network (PANN) is a new artificial neural network introduced by Da Silva Filho et al. (2008). Its basis leans on paraconsistent annotated logic $E\tau$ (Abe, 1992). It is described briefly below.

The atomic formulas of the logic $E\tau$ are of the type $p_{(\mu, \lambda)}$, where $(\mu, \lambda) \in [0, 1]^2$ and $[0, 1]$ is the real unitary interval (p denotes a propositional variable). $p_{(\mu, \lambda)}$ can be intuitively read: ‘It is assumed that p ’s favourable evidence is μ and contrary evidence is λ ’. Thus:

- $p_{(1.0, 0.0)}$ can be read as a true proposition
- $p_{(0.0, 1.0)}$ can be read as a false proposition
- $p_{(1.0, 1.0)}$ can be read as an inconsistent proposition
- $p_{(0.0, 0.0)}$ can be read as a paracomplete (unknown) proposition
- $p_{(0.5, 0.5)}$ can be read as an indefinite proposition

We introduce the following concepts (all considerations are taken with $0 \leq \mu, \lambda \leq 1$):

- Uncertainty degree (equation 1)
- Certainty degree (equation 2)

$$G_{un}(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1 \quad (1)$$

$$G_{ce}(\mu, \lambda) = \mu - \lambda \quad (2)$$

An order relation is defined on $[0, 1]^2$: $(\mu_1, \lambda_1) \leq (\mu_2, \lambda_2) \Leftrightarrow \mu_1 \leq \mu_2$ and $\lambda_1 \leq \lambda_2$, constituting a lattice that will be symbolised by τ .

With the uncertainty and certainty degrees we can get the following 12 *extreme* and *non-extreme* output states (Table 2).

Table 2 Extreme and non-extreme states

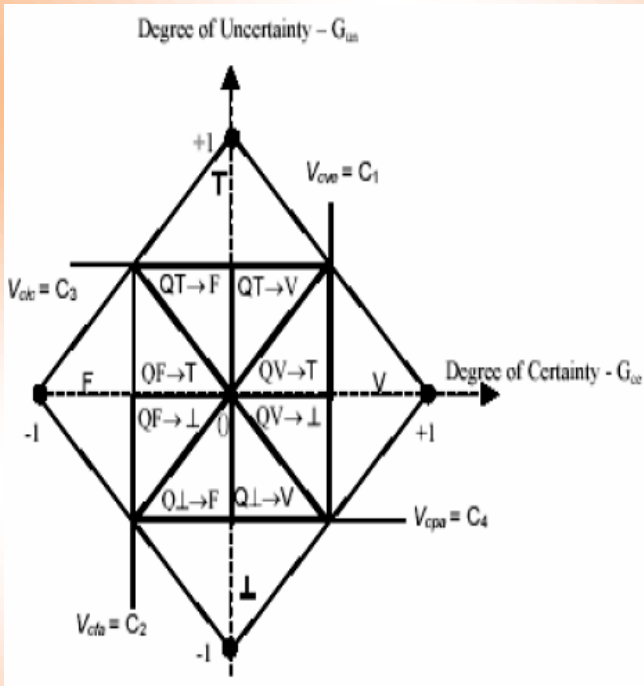
<i>Extreme states</i>	<i>Symbol</i>	<i>Non-extreme states</i>	<i>Symbol</i>
True	V	Quasi-true tending to inconsistent	QV→T
False	F	Quasi-true tending to paracomplete	QV→⊥
Inconsistent	T	Quasi-false tending to inconsistent	QF→T
		Quasi-false tending to paracomplete	QF→⊥
		Quasi-inconsistent tending to true	QT→V
Paracomplete	⊥	Quasi-inconsistent tending to false	QT→F
		Quasi-paracomplete tending to true	Q⊥→V
		Quasi-paracomplete tending to false	Q⊥→F

Some additional control values are:

- V_{cic} = maximum value of uncertainty control = Ft_{ct}
- V_{cve} = maximum value of certainty control = Ft_{ce}
- V_{cpa} = minimum value of uncertainty control = $-Ft_{ct}$
- V_{cfa} = minimum value of certainty control = $-Ft_{ce}$

All states are represented in Figure 1.

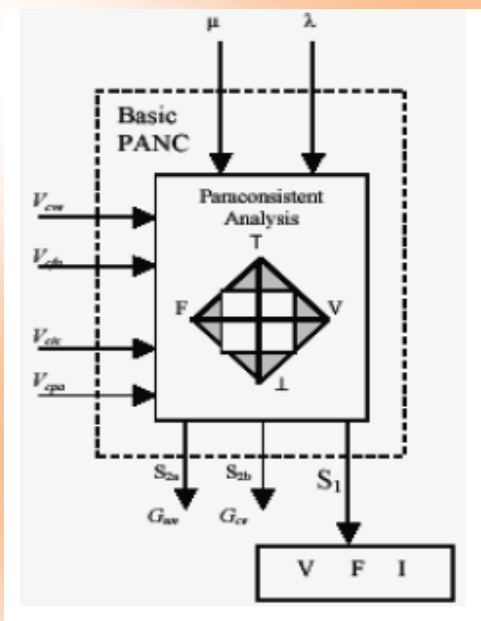
Figure 1 Extreme and non-extreme states



3 The main artificial neural cells

In the PANN (Figure 2), the certainty degree G_{ce} indicates the ‘measure’ of falsity or truth degree. The uncertainty degree G_{un} indicates the ‘measure’ of the inconsistency or paracompleteness. If the certainty degree is low or the uncertainty degree is high, it generates an indefinision.

Figure 2 Basic cell of PANN



The resulting certainty degree G_{ce} is obtained as follows:

- If $V_{cfa} \leq G_{un} \leq V_{eve}$ or $V_{cic} \leq G_{un} \leq V_{cpa} \Rightarrow G_{ce} = \text{Indefinition}$;

For $V_{cpa} \leq G_{un} \leq V_{cic}$:

- If $G_{un} \leq V_{cfa} \Rightarrow G_{ce} = \text{False}$ with degree G_{un}
- $V_{cic} \leq G_{un} \Rightarrow G_{ce} = \text{True}$ with degree G_{un}

A Paraconsistent Artificial Neural Cell (PANC) is called *basic* PANC when given a pair (μ, λ) is used as input and resulting as output:

- G_{un} = resulting uncertainty degree
- G_{ce} = resulting certainty degree
- X = constant of indefinition.

Using the concepts of *basic* PANC, we can obtain the family of PANC considered in this work, as described in Table 3 and their graphic representations in Figures 3–5.

Table 3 Paraconsistent artificial neural cells

<i>PANC</i>	<i>Inputs</i>	<i>Calculations</i>	<i>Output</i>
Analytic connection PANNac (Figure 3)	μ	$\lambda_c = 1 - \lambda$	If $ G_{ce} > Ft_{ce}$ then $S_1 = \mu_r$ $S_2 = 0$
	λ	$G_{un} = \mu + \lambda - 1$	If $ G_{un} > Ft_{ct}$ and $ G_{un} > G_{ce} $ then $S_1 = \mu_r$ $S_2 = G_{un} $
	Ft_{ct}	$G_{ce} = \mu - \lambda$	
	Ft_{ce}	$\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	if not $S_1 = 1/2$ $S_2 = 0$
Maximisation PANNmax (Figure 4)	μ	$G_{ce} = \mu - \lambda$	If $\mu > 0.5$ then $S_1 = \mu$
	λ	$\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	If not $S_1 = \lambda$
Minimisation PANNmin (Figure 5)	μ	$G_{ce} = \mu - \lambda$	If $\mu < 0.5$ then $S_1 = \mu$
	λ	$\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	if not $S_1 = \lambda$

Figure 3 Paraconsistent artificial neural cell of analytic connection

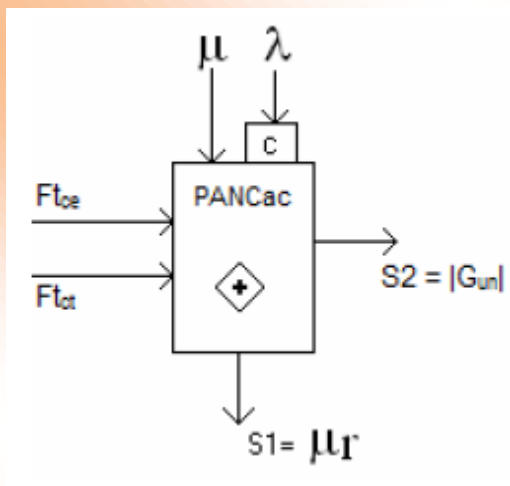


Figure 4 PANC of Maximisation

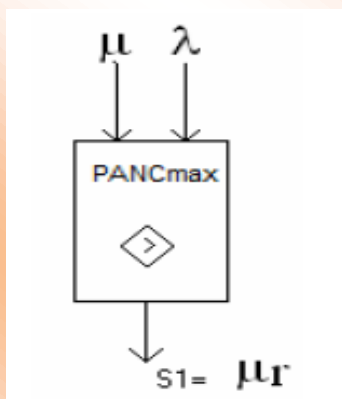
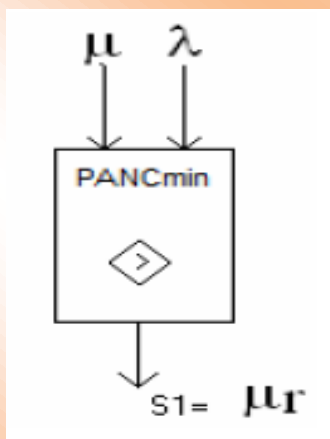


Figure 5 PANC of minimisation



4 Experimental procedures

Recent researches reveal that 10% of the world population in school age suffer from learning and/or behavioural disorders caused by neurological problems, such as ADHD (Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder), dyslexia and dyscalculia, with predictable consequences in those

students' insufficient performance in the school (Hynd et al., 1985; Lindsay, 1996; Voeller, 1998; Ansari and Karmiloff-Smith, 2002; Temple, 2002; Blonds, 2003).

Concisely, a child without low intellect is characterized as bearer of ADHD when it presents signs of:

- Inattention: difficulty in maintaining attention in tasks or games; the child seems not to hear what is spoken; difficulty in organising tasks or activities; the child loses things; the child becomes distracted with any incentive, etc.

- Hyperactivity: frequently the child leaves the class room; the child is always inconveniencing friends; the child runs and climbs in trees, pieces of furniture, etc; the child speaks a lot, etc.

- Impulsiveness: the child interrupts the activities of colleagues; the child does not wait for his turn; aggressiveness crises; etc.

- Dyslexia: when the child begins to present difficulties in recognising letters or reading them and writing them, although the child has not a disturbed intelligence, that is, has a normal IQ.

- Dyscalculia: when the child presents difficulties in recognising amounts or numbers and/or in figuring out arithmetic calculations.

A child can present any combination among the disturbances above. All those disturbances have their origin in a cerebral dysfunction that can have multiple causes, many times showing a hereditary tendency.

Since from the first discoveries, those disturbances have been associated to cortical diffuse lesions and/or more specific, temporal-parietal areas lesions in the case of dyslexia and dyscalculia (Lindsay, 1996; Voeller, 1998; Ansari and Karmiloff-Smith, 2002).

The disturbances of ADHD seem to be associated to an alteration of the dopaminergic system, that is, it is involved with mechanisms of attention and they seem to involve a frontal-lobe dysfunction and basal ganglia areas (Voeller, 1998; Blonds, 2003).

EEG alterations seem to be associated with those disturbances. Thus, some authors have proposed that there is an increase of the delta activity in EEG in those tasks that demand a larger attention to the internal processes.

Other authors (Rocha et al., 2004; Niedermeyer and da Silva, 2005) have described alterations of the delta activity in dyslexia and dyscalculia children sufferers. Klimeshc et al. (1999) has proposed that a phase of the EEG component would be associated to the action of the memory work. More recently, Klimesch et al. (2001) has showed that, when dyslexic's children were compared with normal ones, delta activity is less in occipitals areas but not in frontals.

This way, the study of the delta and theta bands becomes important in the context of the analysis of learning disturbances.

So, in this paper we have studied two types of waves, specifically delta and theta waves band, where the size of frequency established clinically ranges from 1.0 Hz to 3.5 Hz and 4.0 Hz to 7.5 Hz, respectively (Table 1).

4.1 Data preparation

The process of wave analysis by PANN consists previously of data capturing, adaptation of the values for screen examination, elimination of the negative cycle and normalisation of the values for PANN analysis.

It is worth to observe that such process does not allow loss of any wave essential characteristics for our analysis.

As the actual EEG examination values can vary highly, in module (10–1500 μV), we make a normalisation of the values between 100 μV and $-100 \mu\text{V}$ by a simple linear conversion, to facilitate the manipulation of the data:

$$x = \frac{100a}{m} \quad (3)$$

where: m is the maximum value of the exam

a is the current value of the exam

x is the current normalised value.

The minimum value of the exam is taken as zero value and the remaining values are translated proportionally.

It is worth to observe that the process above does not allow the loss of any wave essential characteristics for our analysis.

5 PANN for morphological analysis

This method is used primarily for PANN (Figure 6 and Table 4) to balance the data received from expert systems. After this process, PANN uses a decision-making lattice to determine the soundness of the recognition (Figure 7).

The wave that has the highest favourable evidence and lowest contrary evidence is chosen as the more similar wave to the analysed wave.

The definition of regions of the lattice decision-making was done through double-blind trials, i.e., for each battery of tests, a validator checked the results and returning only the percentage of

correct answers. After testing several different configurations, the validator set the configuration of the lattice regions whose decision-making had a better percentage of success.

Figure 6 Lattice for decision-making used in morphological analysis used after making PANN

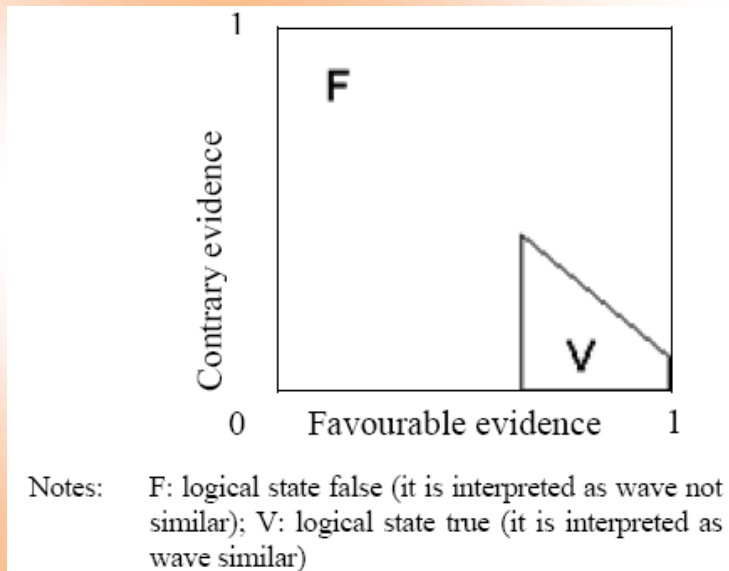
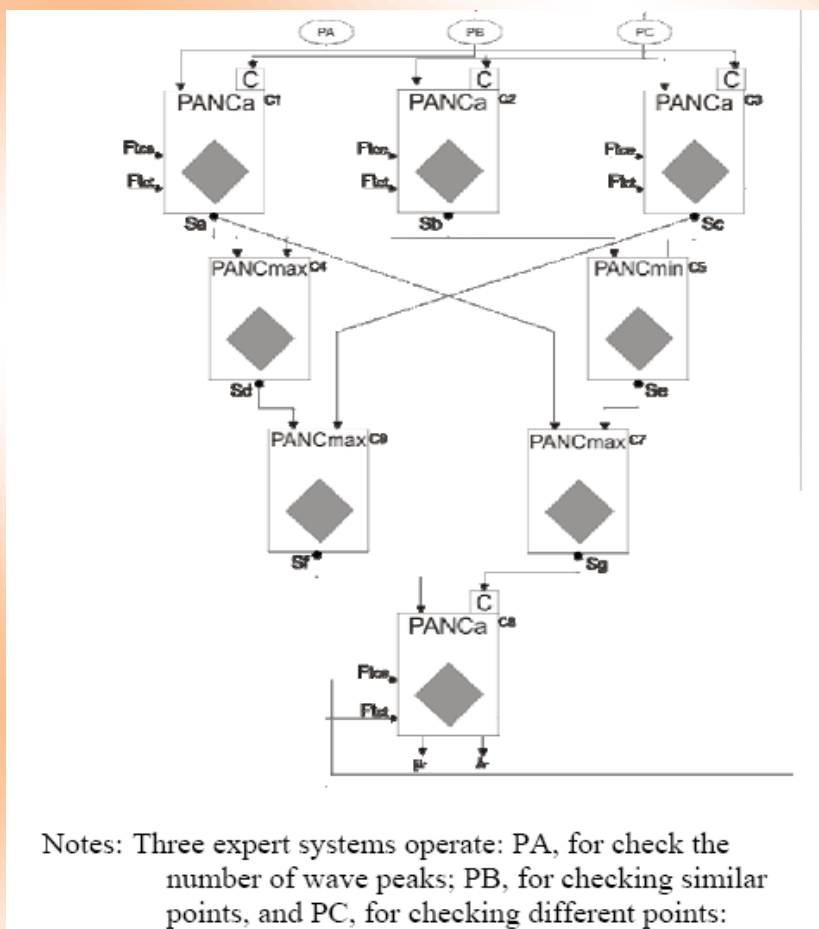


Table 4 Lattice for decision-making used in the morphological analysis (Figure 6)

<i>Logical states of the lattice</i>	
True	$E_f > 0.61$ $E_c < 0.40$ $G_{ce} > 0.22$
False	$E_f < 0.61$ $E_c > 0.40$ $G_{ce} \leq 0.23$

Notes: E_c : contrary evidence; E_f : favourable evidence; G_{ce} : certainty degree

Figure 7 The architecture for morphological analysis.



- C1–PANC which processes input data of PA and PB;
- C2–PANC which processes input data of PB and PC;
- C3–PANC which processes input data of PC and PA;
- C1, C2 and C3 constitute the 1st layer of the architecture;
- C4–PANC which calculates the maximum evidence value between cells C1 and C2;
- C5–PANC which calculates the minimum evidence value between cells C2 and C3;
- C4 and C5 constitute the 2nd layer of the architecture;
- C6–PANC which calculates the maximum evidence value between cells C4 and C3;
- C7–PANC which calculates the minimum evidence value between cells C1 and C5;
- C6 and C7 constitute the 3rd layer of the architecture;
- C8 analyses the experts PA, PB, and PC and gives the resulting decision value;
- PANCa = Paraconsistent artificial neural cell of analytic connection;
- PANCL_{SMax} = Paraconsistent artificial neural cell of simple logic connection of maximisation;

PANCL_{SMin} = Paraconsistent artificial neural cell of simple logic connection of minimisation;

Ft_{ce} = Certainty tolerance factor;

Ft_{ct} = Contradiction tolerance factor;

S_a = Output of C1 cell; S_b = Output of C2 cell;

S_c = Output of C3 cell; S_d = Output of C4 cell;

S_e = Output of C5 cell; S_f = Output of C6 cell;

S_g = Output of C7 cell;

C = Complemented value of input; and

μ_r = Value of output of PANN

For an adequate PANN wave analysis, it is necessary that each input of PANN is properly calculated. These input variables are called expert systems, as they are specific routines for extracting information.

These routines designed to extract data regarding the shape of the wave, taking into consideration: peaks, valleys and sinusoidal shape.

The integration of these routines with PANN (Figure 7) are called morphological analysis (Abe et al., 2007).

In analysing EEG signals, one important aspect to take into account is the morphological aspect. To perform this task, it is valuable to build a very simple expert system, which allows analysing the signal behaviour verifying which band it belongs to (delta, theta, alpha or beta).

The method of morphological analysis has three expert systems that are responsible for feeding the inputs of PANN with information relevant to the wave being analysed: number of peaks, similar points and different points.

5.1 Expert system 1 – checking the number of wave peaks

The aim of the *expert system 1* is to compare the waves and analyse their differences regarding the number of peaks.

The result of this expert system can be likened to a rudimentary way to measure the similarity of the frequencies of waves.

$$Se_1 = 1 - \left(\frac{(|bd - vt|)}{(bd + vt)} \right) \quad (3)$$

where vt is the number of peaks of the wave

bd is the number of peaks of the wave stored in the database

Se_1 is the value resulting from the calculation.

5.2 Expert system 2 – checking similar points

The aim of the *expert system 2* is to compare the waves and analyse their differences regarding of similar points.

The result of this expert system indicates how one is similar to another wave.

$$Se_2 = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j)}{n} \quad (4)$$

where: n is the total number of elements

x is the element of the current position

j is the current position

Se_2 is the value resulting from the calculation.

5.3 Expert system 3 – checking different points

The aim of the *expert system 3* is to compare the waves and analyse their differences regarding of different points.

The result of this expert system which indicates how one is different from another wave

$$Se_3 = 1 - \left(\frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_j - y_j|}{a} \right)}{n} \right) \quad (5)$$

where n is the total number of elements

a is the maximum amount allowed

j is the current position

x is the value of wave 1

y is the value of wave 2

Se_3 is the value resulting from the calculation.

6 Sample

The following is an example that demonstrates the operation of the methodology of morphologic analysis. In this example three waves (Figure 8) of 20 elements will be considered, with maximum amplitude of 11 points (from 0 to 10) and hypothetical values (Table 5).

Figure 8 Visual waves representation used in morphological analysis. The values of these waves are shown in Table 8

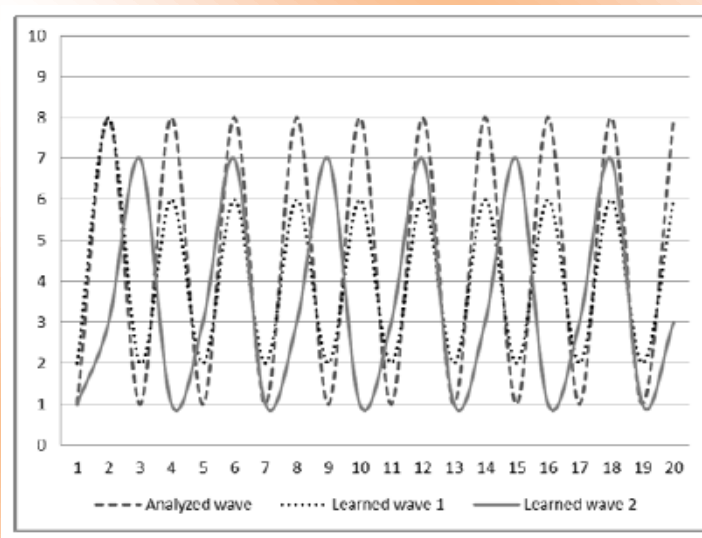


Table 5 Values of the waves recognition. Their shapes can be seen in Figure 5

Wave	Values
Analysed wave	1 8 1 8 1 8 1 8 1 8 1 8 1 8 1 8 1 8 1 8
Learned wave 1	2 8 2 6 2 6 2 6 2 6 2 6 2 6 2 6 2 6 2 6
Learned wave 2	1 3 7 1 3 7 1 3 7 1 3 7 1 3 7 1 3 7 1 3

The *analysed wave* is the wave that will be submitted to the RNAP recognition. The *learned wave 1* and *learned wave 2* are two waves that were previously stored in the database control (normal).

Comparing the waves, using experts systems we have, respectively: expert system 1 (Table 6), expert system 2 (Tables 7–8) and expert system 3 (Tables 9–10).

Table 6 Expert system 1 – checking the number of wave peaks

<i>Waves</i>	<i>Analysed wave</i>	<i>Learned wave 1</i>	<i>Learned wave 2</i>
Peaks	9	9	6
Difference between the number of peaks, normalised by the sum of the number of peaks		0	0.2
Expert system 1 (Se_1)		1	0.8

Table 7 Expert system 2 – checking similar points. Comparison between the *analysed wave* and the *learned wave 1*

<i>Analysed wave</i>	<i>Learned wave 1</i>	<i>Number of points equal</i>	<i>Analysed wave</i>	<i>Learned wave 1</i>	<i>Number of points equal</i>
1	2	0	1	2	0
8	8	1	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
Sum of normalised differences: 1					
Expert system 2 (Se_2) – Normalised by the total element: 0.05					

Table 8 Expert system 2 – checking similar points. Comparison between the *analysed wave* and the *learned wave 2*

<i>Analysed wave</i>	<i>Learned wave 1</i>	<i>Number of points equal</i>	<i>Analysed wave</i>	<i>Learned wave 1</i>
1	2	0	1	2
8	8	1	8	6
1	2	0	1	2
8	6	0	8	6
1	2	0	1	2
8	6	0	8	6
1	2	0	1	2
8	6	0	8	6
1	2	0	1	2
8	6	0	8	6
Sum of normalised differences: 1				
Expert system 2 (Se ₂) – Normalised by the total element: 0.05				

Table 9 Expert system 3 – *analysed wave* and the *learned wave 1*

<i>Analysed wave</i>	<i>Learned wave 1</i>	<i>Difference (in module)</i>	<i>Normalisation of the maximum amplitude difference</i>
1	2	1	0.1
8	8	0	0
1	2	1	0.1
8	6	2	0.2
1	2	1	0.1
8	6	2	0.2
1	2	1	0.1
8	6	2	0.2
1	2	1	0.1
8	6	2	0.2
1	2	1	0.1
8	6	2	0.2
1	2	1	0.1
8	6	2	0.2
1	2	1	0.1
8	6	2	0.2
1	2	1	0.1
8	6	2	0.2
Sum of normalised differences: 2.8			
Expert system 3 (Se ₃) – Normalised by the total element: 0.14; Supplemented: 0.86			

Table 10 Expert system 3 – checking different points. Comparison between the *analysed wave* and the *learned wave 2*

<i>Analysed wave</i>	<i>Learned wave 1</i>	<i>Difference (in module)</i>	<i>Normalisation of the maximum amplitude difference</i>
1	2	1	0.1
8	8	5	0.5
1	2	5	0.5
8	6	5	0.5
1	2	1	0.1
8	6	1	0.1
1	2	1	0.1
8	6	3	0.3
1	2	5	0.5
8	6	5	0.5
1	2	1	0.1
8	6	1	0.1
1	2	1	0.1
8	6	3	0.3
1	2	5	0.5
8	6	5	0.5
1	2	1	0.1
8	6	1	0.1
1	2	1	0.1
8	6	3	0.3
Sum of normalised differences: 5.4			
Expert system 3 (Se_3) – Normalised by the total element: 0.27 Supplemented: 0.73			

In Table 11 there are the values of each expert system that will be used as input values to PANN (Figure 7). After processing, the PANN has the resulting output values (Table 12).

Table 11 Expert systems values

<i>Case</i>	<i>Expert system 1 (Se_1)</i>	<i>Expert system 2 (Se_2)</i>	<i>Expert system 3 (Se_3)</i>
Analysed wave × Learned wave 1	1.00	0.05	0.86
Analysed wave × Learned wave 2	0.80	0.05	0.73

Table 12 Contrary evidence and favourable evidence resulting

<i>Case</i>	<i>Favorable evidence</i>	<i>Contrary evidence</i>
Analysed wave × learned wave 1	0.69	0.48
Analysed wave × learned wave 2	0.58	0.38

According to Table 12, we see that the wave with the greatest evidence for is the *learned wave 1*, in other words, this is the wave more similar to the *analysed wave*. In case of a draw the values of favourable evidence will be used to wave with the slightest evidence to the contrary.

7 Tests

Seven exams of different EEG were analysed, two exams belonging to adults without any learning disturbance and five exams belonging to children with learning disturbances (exams and respective diagnoses given by ENSCER – Teaching the Brain, EINA – Studies in Natural Intelligence and Artificial Ltd).

Each analysis was divided in three rehearsals, each rehearsal consisted of 10 seconds of the analysed, free from visual analysis of spikes and artefacts regarding to the channels T3 and T4.

In the first battery it was used as a filter for recognition of waves belonging to the delta band.

In the second battery it was used as a filter for recognition of waves belonging to the theta band. In the third battery it was not used as a filter for recognition, i.e., the system was free to recognise any wave type. The total number of exams is 180.

Table 13 Contingency table

	<i>Visual analysis</i>					<i>Total</i>
	<i>Delta</i>	<i>Theta</i>	<i>Alpha</i>	<i>Beta</i>	<i>Unrecognised</i>	
Delta	31	3	0	0	0	34
Theta	15	88	1	1	0	105
PANN analysis	Alpha	0	5	22	0	27
Beta	0	0	1	3	0	4
N/D	7	2	1	0	0	10
Total	53	98	25	4	0	180

Index Kappa = 0.80

Table 14 Statistical results – sensitivity and specificity: delta waves

		<i>Visual analysis</i>		
		<i>Delta</i>	<i>Not Delta</i>	<i>Total</i>
PANN Analysis	True	31	124	155
	False	22	3	25
	Total	53	127	180

Sensitivity = 58%; Specificity = 97%

Table 15 Statistical results – sensitivity and specificity: theta waves

		<i>Visual analysis</i>		
		<i>Theta</i>	<i>Not theta</i>	<i>Total</i>
PANN analysis	True	88	65	153
	False	10	17	27
	Total	98	82	180

Sensitivity = 89%; Specificity = 79%

Table 16 Statistical results – sensitivity and specificity: alpha waves

		<i>Visual analysis</i>		
		<i>Alpha</i>	<i>Not Alpha</i>	<i>Total</i>
PANN analysis	True	22	150	172
	False	3	5	8
	Total	25	155	180

Sensitivity = 88%; Specificity = 96%

Table 17 Statistical results – sensitivity and specificity: beta waves

		<i>Visual analysis</i>		
		<i>Beta</i>	<i>Not beta</i>	<i>Total</i>
PANN analysis	True	3	175	178
	False	1	1	2
	Total	4	176	180

Sensitivity = 75%; Specificity = 99%

Table 18 Statistical results – sensitivity and specificity: unrecognised waves

		<i>Visual analysis</i>		
		<i>Unrecognised</i>	<i>Recognised</i>	<i>Total</i>
PANN Aanalysis	True	0	180	180
	False	0	0	0
	Total	0	180	180

Sensitivity = 100%; Specificity = 100%

8 Conclusions

These findings suggest that the sensitivity with respect to the Delta waves is 58%. This is an indication that there must be improvements in the detection of peaks in the delta band.

We believe that such improvements are possible to be made in this direction. The sensitivities of the theta, alpha and beta waves are reasonable, but that improvements can be tried.

Regarding the specificity, the method showed more reliable results. Taking into account an overall assessment in the sense we take the arithmetic mean of sensitivity (75.50%) and specificity (92.75%), we find reasonable results that encourage us to seek improvements in this study.

As a continuation of this study, we propose a change in the morphological analysis (specifically the expert system 1), using tools already established in the literature, such as FFT and Wavelet.

This proposal is valid for us to quantify the efficiency of these methods in conjunction with the PANN and thus identify an effective methodology for computational recognition of EEG waves.

Even finding a low sensitivity in the recognition of delta waves, the methodology of pattern recognition using morphological analysis showed to be effective, achieving recognise patterns of waves similar to patterns stored in the database, allowing quantifications and qualifications of the examination of EEG data to be used by PANN in their process analysis of examination.

Acknowledgements

Authors are grateful to the reviewers and Editor of this journal for their useful comments and suggestions.

References

- Abe, J.M. (1992) '*Foundations of Annotated Logics*', PhD thesis, University of São Paulo, Brazil. (in Portuguese)
- Abe, J.M. (1997) 'Some aspects of paraconsistent systems and applications', *Logique et Analyse*, 157, pp.83–96.
- Abe, J.M. (2001) 'Annotated logics Qt and model theory, in logic, artificial intelligence, and robotics', in J.M. Abe and J.I. Da Silva Filho (Eds): *Frontiers in Artificial Intelligence and Its Applications*, Vol. 17, IOS Press, Amsterdam/Ohmsha, Tokyo, pp.1–12, 287.
- Abe, J.M., Lopes, H.F.S. and Anghinah, R. (2007) 'Paraconsistent artificial neural network and alzheimer disease: a preliminary study', *Dementia & Neuropsychologia*, Vol 3, pp.241–247.
- Anghinah, R. (2003) '*Estudo da densidade espectral e da coerência do eletrencefalograma em indivíduos adultos normais e com doença de Alzheimer provável*', PhD thesis , Faculty of Medicine, University of São Paulo, São Paulo, Brazil. (in Portuguese)
- Ansari, D. and Karmiloff-Smith, A. (2002) 'A typical trajectories of number development: a neuroconstructivist perspective', *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 12, pp.511–516.
- Blonds, T.A. (2003) 'Attention-deficit disorders and hyperactivity', in *Developmental Disabilities in Infancy* and Ramus, F. 'Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction?', *Current Opinion in Neurobiology*, Vol. 13, pp.1–7.
- Da Silva Filho, J.I., Abe, J.M. and Torres, G.L. (2008) '*Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes*', LTC Livros Técnicos e Científicos Editora, São Paulo, 313p. (in Portuguese)

- Hynd, G.W., Hooper, R. and Takahashi, T. (1985) 'Dyslexia and language-based disabilities', in Coffey, C.E. and Brumbak, R.A. (Eds): *Text Book of Pediatric Neuropsychiatry*, American Psychiatric Press, Washington, DC, pp.691–718.
- Klimeshc, W. (1999) 'EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis', *Brain Res. Ver.*, Vol. 29, pp.169–195.
- Klimesch, W., Doppelmayr, H., Wimmer, J., Schwaiger, D., Rôhm, D., Bruber, W. and Hutzler, F. (2001) 'Theta band power changes in normal and dyslexic children', *Clinical Neurophysiology*, Vol. 113, pp.1174–1185.
- Lindsay, R.L. (1996) 'Dyscalculia', in Capute, A.J. and Accardo, P.J. (Eds): *Developmental Disabilities in Infancy and Childhood*, Paul Brookes Publishing Co., Baltimore, MD, pp.405–415.
- Niedermeyer, E. and da Silva, F.L. (2005), *Electroencephalography*, 5th ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA.
- Rocha, A.F., Massad, E. and Pereira, A., Jr. (2004) *The Brain: From Fuzzy Arithmetic to Quantum Computing*, Springer Verlag, Berlin.
- Sylvan, R. and Abe, J.M. (1996) 'On general annotated logics, with an introduction to full accounting logics', *Bulletin of Symbolic Logic*, Vol. 2, pp.118–119.
- Temple, E. (2002) 'Brain mechanisms in normal and dyslexic readers', *Current Opinion in Neurobiology*, Vol. 12, pp.178–183.
- Voeller, K.K.S. (1998) 'Attention-deficit/hyperactivity: neurobiological and clinical aspects of attention and disorders of attention', in Coffey, C.E. and Brumbak, R.A. (Eds): *Text Book of Pediatric Neuropsychiatry*, American Psychiatric Press, Washington DC, pp.691–718.

Tipo de Produção: Periódico
DOI: 10.1504/IJRIS.2011.042266.

Título do Texto: *Paraconsistent artificial neural networks and EEG analysis*
Autores: J. M Abe; H. F.da S. Lopes; R. Anghinah

Título do Meio de Publicação: *International Journal of Reasoning-Based Intelligent Systems*

Local da Publicação: Indersciences Enterprize, UK
Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Indersciences Enterprize, UK
Volume: 3
Nº do Fascículo: 1

Página inicial e página final: 115-123
ISSN: 17550556

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação
Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção
Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

**PROCESSO DE ESTIMATIVA DE SOFTWARE COM A
MÉTRICA *USE CASE POINTS*, PMBOK E RUP**

***SOFTWARE ESTIMATE PROCESS WITH THE
METRIC USE CASE POINTS, PMBOK AND RUP***

Prof. Everton Castelão Tetila

Universidade Federal da Grande Dourados
Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologias
Rodovia Dourados/Itahum, Km 12 - Unidade II. Caixa Postal 533, CEP: 79.804-970
Dourados – MS, Brasil
evertontetila@ufgd.edu.br

Prof. Ivanir Costa

Universidade de São Paulo
Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo
Escola Politécnica da USP
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, nº 380, CEP: 05508-010
São Paulo – SP, Brasil
icosta11@terra.com.br

Prof. Mauro de Mesquita Spínola

Universidade de São Paulo
Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo
Escola Politécnica da USP
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, nº 380, CEP: 05508-010
São Paulo – SP, Brasil
mauro@spinola.eng.br

Juliana Queiroz da Silva Tetila

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Especialista em Metodologia do Ensino Superior pelo Centro Universitário da Grande Dourados
Pró-Reitoria de Ensino
Cidade Universitária de Dourados. Caixa postal 351, CEP: 79804-970
Dourados – MS, Brasil
ju@uems.br

Resumo: A competição entre organizações que desenvolvem software vem aumentando com o crescimento do mercado de Tecnologia da Informação, como consequência as organizações têm se preocupado cada vez mais com a melhoria da qualidade dos produtos de software, com os custos efetivos e com o cumprimento dos prazos de seus projetos. Para obter estas características, os processos de desenvolvimento de softwares vêm exigindo um gerenciamento mais efetivo, com um plano de projeto bem definido, baseado em estimativas mais precisas. Nesse sentido, este trabalho propõe, por meio de levantamento bibliográfico e pesquisa de campo, criar um processo de estimativa de software para apoiar a gerência de projetos durante o ciclo de desenvolvimento. Este processo consiste no uso da métrica Use Case Points como ferramenta de estimativa, nos processos de gestão de estimativas do PMBOK e nas atividades de estimativas do RUP. Os resultados da pesquisa demonstraram que, em média, o processo de estimativa de software com Use Case Points é 4,3% mais preciso que as métricas de estimativas tradicionais (Function Points e Use Case Points) sem processo formal de estimativas.

Palavras-chave: Métricas de software. Use Case Points. PMBOK. RUP.

Abstract: The competition between organizations that develop software is increasing with the growth of the market in technology of the information, as consequence the organizations has concerned more and more with the improvement of the quality of its products of software, with the effective costs and with the fulfillment of terms of its projects. To obtain these characteristics, the software development trials require a more effective management, with a well definite project plan based in accurate estimative. In that way, this work proposes through bibliographical hoist and field research, create a software estimative trial to support the management of projects during the cycle of development. This trial consists the Use Case Points metric as a tool of estimative, in the estimative management trials proposed by the PMBOK and in the estimative of development activities proposed by the RUP. The results of the action research demonstrate that, in average, the software estimative trial with Use Case Points is 4.3% more precise than the traditional estimative metrics (Function Points and Use Case Points) without estimative formal trial.

Keywords: Metrics of software. Use Case Points. PMBOK. RUP.

1 Introdução

Conforme pesquisa da Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX), o setor de Tecnologia da Informação encerrou 2009 com crescimento de 9,3% e uma receita anual aproximada de R\$ 52,8 bilhões. Para 2010, a entidade que desenvolve pesquisas para o Ministério da

Ciência e Tecnologia, estima um movimento de R\$ 57,7 bilhões e uma repetição do nível de crescimento, acima de 9% (SOFTEX, 2009).

Em consequência desta realidade, as organizações que desenvolvem software têm buscado desenvolver sistemas dentro do prazo e do orçamento previstos e com um nível de qualidade adequada. Todas estas características dependem de um gerenciamento de projeto eficiente e eficaz. Nesse gerenciamento, é essencial a adoção de guias e de um plano de projeto que englobe os requisitos de qualidade do produto exigidos pelo cliente e que seja baseado em estimativas precisas de tamanho, esforço, prazos e custos (PMBOK, 2008).

O tamanho do software é um indicador da quantidade de trabalho a ser executado no desenvolvimento de um projeto. Esta dimensão constitui a base para a derivação das estimativas de esforço, custos e prazos necessários para a definição do plano de desenvolvimento do software (CMMI, 2007). Além de subsidiar o planejamento do projeto, a estimativa de tamanho facilita o relacionamento entre cliente e fornecedor, permite o gerenciamento de riscos, o controle do cronograma e possibilita o conhecimento da produtividade da equipe – o que beneficia a gerência e a qualidade dos contratos de projetos de software (PRESSMAN, 2006; SOMMERVILLE, 2007; SWEBOK, 2004).

A precisão de estimativas de tamanho, no entanto, é dependente de informações que nem sempre estão disponíveis no início dos projetos (exemplo: número de linhas de código, número de operadores e operandos, número de pontos de função). Essas informações são essenciais para realizar as estimativas, pois elas que vão auxiliar a discussão de contratos ou a determinação da viabilidade do projeto, em termos de análise de prazos, custos e recursos.

Outra questão refere-se à falta de padrões quando se aplicam as estimativas. Não se tem conhecimento na literatura sobre a existência de um modelo, guia ou processo que auxilie o trabalho de executar estimativas e avalie o seu percentual de erro em relação aos resultados obtidos e que oriente a melhoria das estimativas ao longo do tempo.

Nesse sentido, o presente trabalho define um Processo de Estimativa de Software, baseado na métrica *Use Case Points*, que auxilie o gerente a administrar o ciclo de desenvolvimento do projeto. Isto permite subsidiar o planejamento, comparar e avaliar estimativas, controlar o projeto com mais segurança e providenciar ações de ajustes no plano e no cronograma. Dessa forma, esperam-se reduzir os problemas de gestão, tais como: altos custos, atrasos no cronograma, insatisfação do cliente, dificuldades de medição do andamento do projeto e quebras de contratos.

2 Metodologia

Conforme Marconi (2007), a presente pesquisa caracteriza-se quanto à sua natureza como científico original, pois é uma pesquisa realizada pela primeira vez que vem contribuir com novas conquistas e descobertas para a evolução do conhecimento científico.

Um Processo de Estimativa de Software foi proposto para a pesquisa de excelência. Dez etapas foram sugeridas para a composição deste processo. As etapas foram definidas com base nos processos de gestão de estimativas do PMBOK, nas atividades de estimativas do RUP, e na métrica *Use Case Points*, utilizada como ferramenta do processo. Para tal, foi investigada a relação existente entre os guias e a métrica e identificadas as ações gerenciais a serem tomadas pelo gerente de projeto durante o Processo de Estimativa de Software.

Quanto aos objetivos, segundo Gil (2010), uma pesquisa pode ser classificada em: exploratória, descritiva ou explicativa.

A pesquisa exploratória, aplicada neste trabalho, envolve o levantamento bibliográfico, o que proporciona maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito. “O levantamento bibliográfico é desenvolvido com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2010). Esta pesquisa é a base para a obtenção dos conhecimentos científicos e técnicos para desenvolver o Processo de Estimativa de Software.

Marconi (2007) informa que uma pesquisa quanto ao objeto pode ser classificada em: bibliográfica, de laboratório e de campo. Uma pesquisa de campo foi realizada com duas instituições de software brasileiras, uma pública e outra privada, para mostrar os conceitos, experimentar as ações do processo e relatar a experiência. Os participantes do estudo desta pesquisa são: os gerentes de projetos das instituições e os autores deste trabalho. Os dados coletados (exemplo: número de funções) foram calculados utilizando-se planilhas eletrônicas para estimar os custos dos projetos de software. Os resultados foram analisados com base na experiência pessoal dos participantes do estudo. As instituições, no entanto, não autorizaram a divulgação de seus nomes, nem de seus projetos, por participarem de concorrências em licitações públicas.

3 Métricas de Software

Com a necessidade de medidas que informem a eficiência do desenvolvimento de software, diversas métricas ou métodos de medição foram propostos a fim de minimizar os fracassos dos projetos obtidos, principalmente em relação às falhas no cronograma e orçamento previstos. A seção 3.1 apresenta uma das principais métricas de estimativa de tamanho de software existentes no mercado.

3.1 Use Case Points - UCP

Os *Use Case Points* (UCP), ou Pontos de Casos de Uso (PCU), foram propostos em 1993, por Gustav Karner, com base nos *Function Points* (FP), *Mark II*, e no Modelo de Casos de Uso para determinar estimativas de tamanho de softwares orientado a objetos. Os UCP visam estabelecer uma medida de “tamanho” do software, em PCU, por meio da quantificação e complexidade das funcionalidades desempenhadas pelo software. Baseia-se na visão do usuário e tem como proposta ser utilizado logo no início do ciclo de desenvolvimento, na fase de definição dos requisitos, com base no modelo de casos de uso.

Nesta métrica, Karner (1993) substituiu alguns fatores técnicos propostos pelos FP, cria os fatores ambientais, propõe uma estimativa de produtividade de 20 homens/hora por PCU e explora a medição da funcionalidade do sistema baseado no modelo de casos de uso.

A contagem dos UCP se dá sobre dois elementos básicos de um sistema modelado: **atores e casos de uso**. Cada um desses elementos terá um peso na complexidade do sistema, de acordo com o seu nível de influência. O valor total desses pesos determina o valor total dos **PCU não-ajustados**. No entanto, esse valor deve ser ajustado em relação aos fatores de complexidade técnica e ambiental que refletem funções que afetam a aplicação de maneira geral.

Os fatores de complexidade técnica variam numa escala de 0 a 5, de acordo com o grau de dificuldade do sistema a ser construído: desempenho da aplicação, portabilidade e facilidade de manutenção, são alguns exemplos. Os fatores de complexidade ambiental indicam a eficiência do projeto, numa escala de 0 a 5, e estão relacionados ao nível de experiência dos profissionais e às condições ambientais e de trabalho, como a capacidade do líder de projeto, a motivação da equipe e a experiência com a aplicação de desenvolvimento.

Após determinar os fatores de complexidade técnica e ambiental, esses fatores devem ser multiplicados pelos PCU não-ajustados. Dessa forma, são determinados os **PCU ajustados** do sistema que determinarão as estimativas de esforço, prazo e custos do projeto.

Uma vantagem evidente da métrica UCP sobre os FP é que ela utiliza um documento essencial em metodologias dirigidas por casos de uso. Neste sentido, destaca-se o RUP, que usa a UML como linguagem padrão para a elaboração da modelagem de softwares orientado a objetos.

Dessa forma, é possível calcular prontamente mudanças nas estimativas do sistema a cada pequena alteração de requisitos, refazendo-se apenas alguns cálculos. Os FP, ao contrário, exigem que novos documentos para o cálculo das estimativas sejam adicionados ao sistema a cada pequena mudança no orçamento, prazo ou requisitos, sendo, dessa forma, pouco flexível às mudanças. Além disso, “os UCP contribuem para a diminuição de algumas dificuldades impostas pelo mercado em

relação à resistência de adoção de métricas de estimativa, porque é um método simples, fácil de usar e rápido de se aplicar” (DAMODARAN; WASHINGTON, 2002).

Para estimar o tamanho do software, em PCU, definiu-se os processos de contagem, disponível em (KARNER, 1993).

4 Processo de Estimativa de Software

Esta seção e a seção seguinte descrevem as etapas necessárias para definir o Processo de Estimativa de Software proposto por este trabalho. Dessa forma, para alcançar este objetivo, são necessários os seguintes passos:

- Mapear a relação entre os processos de gestão de estimativas do PMBOK, as atividades de estimativas do RUP e a métrica UCP.
- Identificar as ações gerenciais a serem tomadas pelo gerente de projeto durante o Processo de Estimativa de Software.

A partir do Processo de Estimativa de Software, o gerente terá informações suficientes sobre as estimativas de tempo e custos do projeto, possibilitando o rastreamento do cronograma e do orçamento previstos. Dessa forma, conhecendo a situação do projeto, o gerente poderá tomar decisões de ajustes no Plano de Desenvolvimento do Software, com base nos indicadores do andamento do projeto.

4.1 Mapeamento dos Processos de Gestão de Estimativas do PMBOK com as Atividades de Estimativas do RUP

Esta seção apresenta o mapeamento dos processos de gestão de estimativas do PMBOK com as atividades de estimativas do RUP.

No PMBOK, os processos de gestão de estimativas estão concentrados nas áreas de conhecimento: Gerenciamento do tempo do projeto e Gerenciamento dos custos do projeto. Nos grupos de processos: Planejamento e Controle, conforme destacados no Quadro 1.

GRUPOS DE PROCESSOS ÁREAS DE CONHECIMENTO	INICIAÇÃO	PLANEJAMENTO	EXECUÇÃO	CONTROLE	ENCERRAMENTO
4. Gerenciamento da integração do projeto	4.1 Desenvolver o termo de abertura do projeto 4.2 Desenvolver a declaração do escopo preliminar do projeto	4.3 Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto	4.4 Orientar e gerenciar a execução do Projeto	4.5 Monitorar e controlar o trabalho do projeto 4.6 Controlar mudanças e integração	4.7 Encerrar o projeto
5. Gerenciamento do escopo do projeto		5.1 Planejar o escopo 5.2 Definir o escopo 5.3 Criar EAP		5.4 Verificar o escopo 5.5 Controlar o escopo	
6. Gerenciamento do tempo do projeto		6.1 Definir atividade 6.2 Sequenciar as atividades 6.3 Estimar os recursos da atividade 6.4 Estimar a duração da atividade 6.5 Desenvolver o Cronograma		6.6 Controlar o cronograma	
7. Gerenciamento dos custos do projeto		7.1 Estimar os custos 7.2 Desenvolver a orçamentação		7.3 Controlar os custos	
8. Gerenciamento da qualidade do projeto		8.1 Planejar a qualidade	8.2 Realizar a garantia da qualidade	8.3 Realizar o controle da qualidade	
9. Gerenciamento dos recursos humanos do projeto		9.1 Planejar os recursos humanos	9.2 Contratar ou mobilizar a equipe do projeto 9.3 Desenvolver a equipe do projeto	9.4 Gerenciar a equipe do projeto	
10. Gerenciamento das comunicações do projeto		10.1 Planejar as comunicações	10.2 Distribuir as informações	10.3 Desenvolver o relatório de desempenho 10.4 Gerenciar as partes interessadas	

Quadro 1 – Mapeamento dos processos de gestão de estimativas do PMBOK

Fonte: PMBOK (2008)

No RUP, as atividades de estimativas estão concentradas na disciplina Gerenciamento de Projeto, conforme destacada na Figura 1.

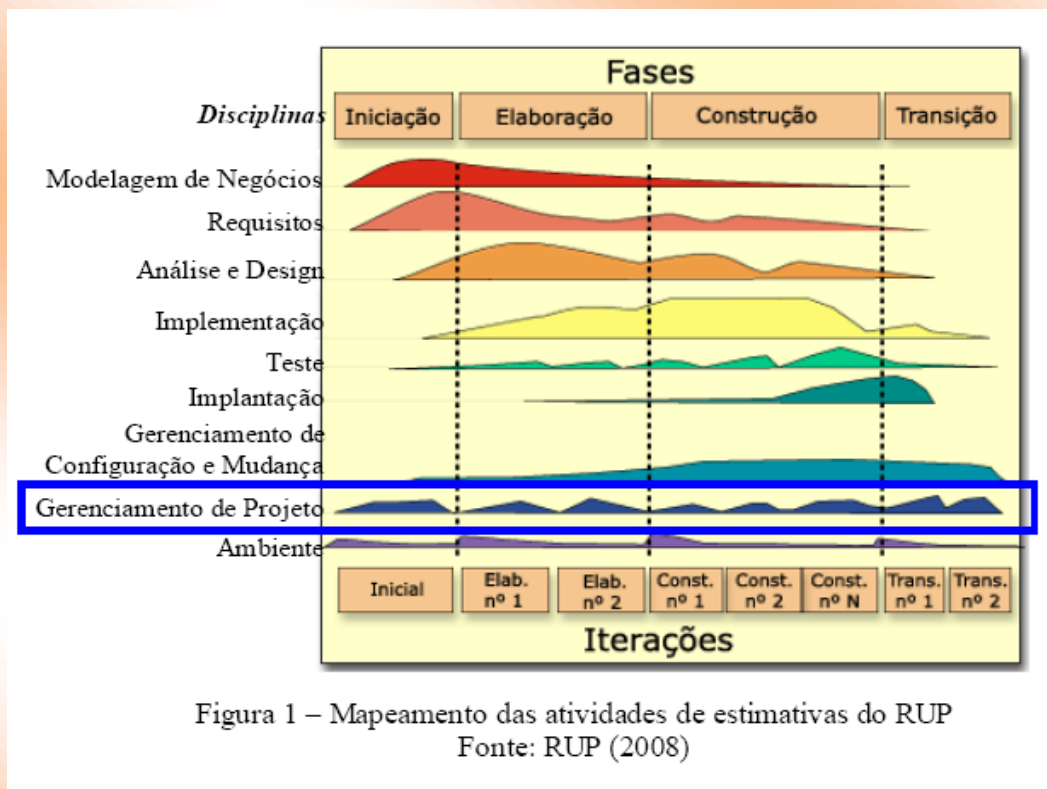


Figura 1 – Mapeamento das atividades de estimativas do RUP
 Fonte: RUP (2008)

Dessa forma, é possível mapear os processos de gestão de estimativas do PMBOK para as atividades de estimativas do RUP, conforme o Quadro 2. Este mapeamento foi baseado em (CHARBONNEAU, 2004).

PMBOK: Processos de Gestão de estimativas	RUP: Atividades de Estimativas
➤ Estimativa de recursos da atividade	➤ Definir Equipe e Organização do Projeto
➤ Estimativa de duração da atividade	➤ Planejar Fases e Iterações
	➤ Desenvolver Plano de Iteração
➤ Estimativa de custos	➤ Planejar Fases e Iterações

Quadro 2 – Mapeamento dos processos de gestão de estimativas do PMBOK para as atividades de estimativas propostas do RUP, Fonte: CHARBONNEAU (2004)

Note que os seguintes processos de gestão do PMBOK: Definir a atividade, Sequenciar as atividades, Desenvolver o cronograma, Desenvolver a orçamentação, Controlar o cronograma e Controlar os custos não foram mapeados para o Processo de Estimativa de Software (Quadro 1). Isto se deve ao fato de que estes processos não são foco do processo técnico de executar o trabalho de estimativas. Portanto, não serão detalhados neste trabalho.

4.2 Processo de Estimativa de Software

Com base no mapeamento da seção 4.2, esta seção apresenta o Processo de Estimativa de Software. Para a ilustração do mesmo, foi utilizada a representação gráfica do modelo de transformação, disponível em (SLACK *et al.*, 2008).

O **modelo de transformação** é o método utilizado para representar a produção de bens e ou serviços. Qualquer operação produz bens e ou serviços e isto ocorre por meio do processo de transformação. Pode-se descrever toda e qualquer operação por meio do sistema entrada-transformação-saída. A produção envolve vários recursos chamados de *input*, ou entrada, que são usados para transformar ou serem transformados em algo que são os *outputs*, ou saída, de bens e serviços.

O Processo de Estimativa de Software é representado graficamente pelo modelo de transformação, conforme ilustra a Figura 2.



Figura 2 – Representação gráfica do Processo de Estimativa de Software

Fonte: Adaptado de SLACK *et al.* (2008)

Segundo o PMBOK (2008), o escopo do projeto é o *input* para o processo de estimativa. O escopo do projeto define o trabalho necessário, e apenas o trabalho necessário, para que o projeto seja concluído com sucesso. O modelo de casos de uso é o artefato gerado pelo escopo. Por meio do modelo de casos de uso e da métrica UCP é possível obter a estimativa de tamanho do software. O tamanho do software, por sua vez, irá derivar as estimativas de esforço, prazo, e custos necessários

para o desenvolvimento do projeto (processo de transformação), oferecendo subsídios para distribuir as atividades entre os membros da equipe, desenvolver o cronograma e determinar o orçamento do projeto.

Contudo, antes de determinar o orçamento do projeto é necessário estimar os recursos (pessoas, equipamentos ou material) utilizados para a realização das atividades. Além disso, uma previsão das variações que possam ocorrer no decorrer do projeto, como uma previsão para a inflação do período, deve ter sido realizada. Somado esses itens, é possível determinar a estimativa do custo global do projeto.

Em relação às restrições (exemplo: o custo não pode exceder R\$ 100.000,00) e prioridades (exemplo: a urgência de um produto) que estão sujeitos a maioria dos projetos, uma variedade de cenários de estimativas podem ser criados à medida que a relação entre tamanho da equipe e prazo é não-linear. Dessa forma, o tamanho da equipe ou o cronograma podem ser ajustados de acordo com restrições e prioridades pré-estabelecidas. Com a variedade de cenários de estimativas possíveis, o gerente de projeto deve selecionar o cenário que melhor se adapta às necessidades do projeto.

No final do projeto, os dados obtidos (exemplo: o tamanho da aplicação em PCU, o esforço de desenvolvimento, os defeitos encontrados) devem ser registrados em uma base de dados mantida pela organização. Estes dados serão úteis para compará-los com outras medidas obtidas de projetos anteriores. Com isso, índices de produtividade, como homens/hora por PCU, R\$ por PCU; e de qualidade, como defeitos por PCU, erros por PCU, podem ser avaliados e tendências podem ser geradas.

Por fim, é preciso verificar se as estimativas realizadas no início do projeto estão dentro de um percentual de erro aceitável. Para isto, o gerente deve comparar as estimativas realizadas no início do projeto com os resultados obtidos no final do projeto (*output*). “Um percentual de erro inferior a 10% (dez por cento) é aceitável para essa relação” (TETILA *et al.*, 2006). Caso o percentual de erro seja maior que 10% (em valor absoluto), avaliações devem ser tomadas para que estimativas com maior precisão possam ser realizadas nos próximos projetos. Consistência do Índice de Produtividade, padronização dos PCU, distribuição de atividades e conversão de PCU em prazo, são os principais itens de avaliação.

5 Pesquisa de Campo

Esta seção apresenta a pesquisa de campo realizada com duas conceituadas instituições brasileiras, uma pública e outra privada.

Na instituição privada, um projeto de software foi estimado em dezembro de 2004 por Ivanir Costa. Já na instituição pública, dois outros projetos foram estimados por Everton Castelão Tetila – um em fevereiro de 2006 e outro em setembro de 2006.

Três formas de aplicação de métricas de estimativas foram utilizadas para estimar o custo de cada projeto de software. Primeiro, cada projeto foi estimado utilizando a métrica *Function Points*. Logo após, cada projeto foi estimado utilizando a métrica *Use Case Points*. Finalmente, cada projeto foi estimado utilizando o Processo de Estimativa de Software. As estimativas de cada uma das métricas utilizadas foram comparadas com os resultados obtidos nos finais dos projetos. Assim, o percentual de erro entre a estimativa inicial e resultado obtido foi estabelecido. Os erros calculados para cada uma das métricas utilizadas foram comparados entre si. Isto permitiu compreender melhor o comportamento de cada projeto e avaliar o desempenho das métricas utilizadas.

5.1 Análise e Interpretação

No *Projeto 1*, realizado pela Instituição privada, os erros de custos obtidos pelas métricas tradicionais (FP e UCP) foram de -9,91% e -4,47%, respectivamente. Portanto, são aceitáveis para a relação entre estimativas iniciais e resultados obtidos “um percentual de erro inferior a 10% (dez por cento) é aceitável para essa relação” (TETILA *et al.*, 2006). Todavia, o erro calculado pode ser expressivo quando se trata de um projeto de grande porte. Isto porque as estimativas realizadas pelas métricas FP e UCP foram inferiores ao custo final do projeto em R\$ 36.828,00 e R\$ 16.630,00, respectivamente.

O erro obtido pelo Processo de Estimativa de Software foi de -1,69%. Isto, em termos de custo, representa R\$ 6.178,00. Porém, o percentual de erro poderia ser ainda menor, já que ocorreram faltas de membros da equipe que não estavam previstas no planejamento do projeto. Fato que desencadeou um esforço de desenvolvimento ligeiramente acima do esperado.

É razoável supor que o Processo de Estimativa de Software obteve menor erro que as métricas tradicionais (FP e UCP) porque este considera uma possível variação que as estimativas podem sofrer ao longo do projeto (exemplo: inflação), ao contrário das métricas tradicionais que estimam apenas o custo do software em si. A inflação no período do desenvolvimento do *Projeto* foi de 2,94% (5,7% ao ano). Veja a Tabela 1.

Tabela 1 – Perspectivas para a inflação

Ano	Inflação ao ano (%)
2004	7,6
2005	5,7
2006	3,1
2007	4,1

Fonte: BCB (2006)

No *Projeto 2*, realizado pela Instituição pública, os erros de custos obtidos pelas métricas tradicionais (FP e UCP) foram de -1,35% e -5,48%, respectivamente. O erro de custo obtido pelo Processo de Estimativa de Software foi de -2,59%. Portanto, os percentuais de erros das três métricas utilizadas foram inferiores ao limite máximo de 10% (em valor absoluto), aconselhável em (TETILA et al., 2006).

O esforço previsto pelas métricas UCP e Processo de Estimativa de Software, estiveram ligeiramente abaixo da realidade nesse projeto, o que acarretou estimativas menos precisas que a métrica FP. Isto ocorreu porque o Índice de Produtividade (IP) da equipe foi um pouco superior ao IP de 20 homens/hora por PCU proposto por Karner (KARNER, 1993).

Contudo, o erro de custo obtido pelo Processo de Estimativa de Software foi menor que o erro de custo obtido pela métrica UCP. Dois fatores foram determinantes para isso: (1) o Processo de Estimativa de Software considera a variação das estimativas ao longo do projeto: a inflação no período foi de 2,4%; (2) o Processo de Estimativa de Software prevê o custo dos recursos alocados: ocorreu treinamento em J2EE (*Java 2 Enterprise Edition*) durante a realização do projeto.

Finalmente, no *Projeto 3*, realizado pela Instituição pública, os erros de custos obtidos pelas métricas UCP e Processo de Estimativa de Software foram de -3,24% e 2,45%, respectivamente. Limites esses também dentro da margem de erro aceitável de 10% (em valor absoluto).

Por outro lado, o erro de custo obtido pela métrica FP foi de -14,22%, ou seja, superior ao tolerado pela margem de erro. Neste caso, quatro itens devem ser avaliados para que estimativas com maior precisão possam ser realizadas nos próximos projetos. Os itens de avaliação são: consistência do IP, padronização dos PCU, distribuição de atividades, e conversão de PCU em prazo (Figura 2).

Em relação ao erro de custo obtido pela métrica FP, três fatores foram determinantes para que esse erro fosse maior que o recomendado: (1) o esforço estimado ficou bem abaixo da realidade: o IP da equipe foi superior ao IP utilizado na métrica; (2) a métrica FP não considera a variação das

estimativas ao longo do projeto: durante o desenvolvimento do projeto houve reajustes salariais de três membros da equipe. Além disso, a estimativa de custo deveria ser reajustada em relação à inflação do período, que foi de 2,1%; (3) a métrica FP não prevê o custo dos recursos alocados: para a realização do projeto, foi necessária a aquisição da ferramenta *Rational Functional Tester*.

5.2 Discussão dos Resultados

Três formas de aplicação de métricas foram utilizadas para estimar o custo de cada projeto de software. Isto permitiu comparar o desempenho do Processo de Estimativa de Software com o desempenho das métricas tradicionais (FP e UCP). Esta seção discute os resultados analisados na seção anterior (5.1).

No *Projeto 1*, realizado pela Instituição privada, presume-se que o Processo de Estimativa de Software obteve menor percentual de erro que as métricas tradicionais (FP e UCP) porque este considerou a inflação do período ao longo do desenvolvimento do projeto, ao contrário das métricas FP e UCP.

O índice de inflação mede, entre outras coisas, a variação geral dos preços e do custo de vida. No período de desenvolvimento do *Projeto 1* a inflação foi de 2,94% (5,7% ao ano). Esse índice foi importante para calcular a variação dos preços dos bens consumidos (exemplos: aluguel, energia, telefone, salário) ao longo do projeto.

Já no *Projeto 2*, realizado pela Instituição Pública, o percentual de erro da métrica FP foi menor que o percentual de erro do Processo de Estimativa de Software. Isto porque o esforço estimado pela métrica FP foi mais preciso que o esforço estimado pelo Processo de Estimativa de Software (o IP estava mais consistente). Todavia, o percentual de erro do Processo de Estimativa de Software foi menor que o percentual de erro da métrica UCP, à medida que o primeiro considerou tanto a inflação do período (3,5% ao ano) quanto o treinamento (*J2EE*) que ocorreram ao longo do projeto.

Finalmente, no *Projeto 3*, realizado da Instituição Pública, é lícito supor que o Processo de Estimativa de Software obteve menor erro que as métricas tradicionais (FP e UCP) porque este considerou, além da inflação do período (3,1%), o reajuste salarial de membros da equipe que ocorreram no decorrer do projeto.

Na ocasião, ocorreu o reajuste salarial de três membros da equipe devido ao plano de cargos e carreira da instituição. Um dos membros da equipe obteve o reajuste salarial de 25% por ter completado um ano de trabalho. Os outros dois membros da equipe obtiveram os reajustes de 12,5% por terem completado três anos trabalhados. Os reajustes, no entanto, não ocorreram no mesmo mês

para cada membro da equipe. Situação em que o salário de cada membro foi calculado separadamente. Em média, os salários dos três membros obtiveram um reajuste de 20,83%, ao longo de 4,7 meses do projeto.

Em relação aos projetos pesquisados, é possível concluir que o erro médio obtido pelo Processo de Estimativa de Software é de 2,24%. Logo, a sua precisão média é de 97,76%. Pode-se afirmar com 95% de confiança que o erro percentual médio do Processo de Estimativa de Software está entre o intervalo [1,04%; 3,45%]. Veja a Tabela 2. O Processo de Estimativa de Software com UCP é 4,3% mais preciso que as métricas de estimativas tradicionais (FP e UCP) sem processo formal de estimativas.

Tabela 2 – Valor absoluto do percentual de erro obtido pelas métricas *Function Points*, *Use Case Points* e Processo de Estimativa de Software nos projetos 1, 2 e 3

Métrica	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança para a média de 95%		Mínimo	Máximo
					Limite superior	Limite superior		
FP	3	8,4933	6,55091	3,78217	-7,7800	24,7667	1,35	14,22
UCP	3	4,3967	1,12180	0,64767	1,6100	7,1834	3,24	5,48
PES	3	2,2433	0,48429	0,27960	1,0403	3,4464	1,69	2,59
Total	9	5,0444	4,31997	1,43999	1,7238	8,3651	1,35	14,22

Fonte: Elaborado pelo autor (2010)

Admite-se, porém, que o considerável índice de precisão das estimativas obtido pelo Processo de Estimativa de Software pode ter sido influenciado pelas informações obtidas pelos gerentes de projetos.

O Processo de Estimativa de Software foi o único a ser realizado após a conclusão dos projetos. Isto permitiu calcular com exatidão todos os recursos consumidos (exemplos: treinamento, aquisição de ferramenta, reajuste salarial) ao longo do projeto. A situação ideal, no entanto, seria realizar as estimativas nas fases iniciais dos projetos. Nessa situação, certamente tais recursos não seriam previstos com exatidão, ou ainda, poderiam ter sido negligenciados na fase de planejamento do projeto, o que diminuiria, em certo ponto, a precisão das estimativas realizadas pelo Processo de Estimativa de Software.

6 Conclusões e Perspectivas Futuras

Este trabalho apresentou um Processo de Estimativa de Software para padronizar o trabalho de executar estimativas. O Processo de Estimativa de Software foi definido com base nos guias PMBOK, RUP e na métrica UCP. A partir do cruzamento dos guias com a métrica UCP, verificou-se que ambos são capazes de se relacionar, podendo ser usados de forma combinada.

Uma pesquisa de campo foi realizada com três projetos de software de duas instituições brasileiras, uma pública e outra privada. Isto foi fundamental para comparar o desempenho do Processo de Estimativa de Software com o desempenho das métricas tradicionais (FP e UCP). Os resultados da pesquisa de campo demonstram que, em média, o Processo de Estimativa de Software com UCP é 4,3% mais preciso que as métricas de estimativas tradicionais (FP e UCP) sem processo formal de estimativas.

Em relação aos resultados obtidos nos projetos, três elementos foram determinantes para o aumento da precisão nas estimativas: (1) a Previsão das Variações de Estimativas, que foi fundamental para calcular a variação geral dos preços ao longo do projeto; (2) a Estimativa dos Recursos: que conseguiu prever os preços dos recursos alocados para a realização das atividades; (3) o Índice de Produtividade (IP), que, quando consistente, garantiu que a estimativa de esforço fosse mais precisa, contribuindo para o menor percentual de erro nas medições.

Como trabalhos futuros, este trabalho visa adaptar ações da gestão de estimativas ao Processo de Estimativa de Software apresentado. Para isto, será necessário mapear os processos de gestão propostos pelo PMBOK: Controlar o cronograma e Controlar os custos, para as atividades de gestão de estimativas propostas pelo RUP. Além disso, um método de avaliação e melhoria de estimativas para descobrir não-conformidades nos processos utilizados pela organização seria útil ao processo.

Referências Bibliográficas

- BCB – **Banco Central do Brasil**. Setor externo, Inflação e Atividade: Perspectivas para 2006. Banco Central do Brasil. 06 abr. 2006. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?APRES2006012>>. Acesso em: 30 mai./2007.
- CHARBONNEAU, S. **Software Project Management** - a mapping between RUP and the PMBOK. Xelation Software Corporation, [S.l.], May. 2004. Disponível em: <<http://www.ibm.com/developerworks/rational/libra-ry/4721.html>>. Acesso em: 17 agosto 2007.
- CMMI – **Capability Maturity Model Integration**. CMMI: Integração dos Modelos de Capacitação e Maturidade de Sistemas. 6. ed., Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007. 292 p.

DAMODARAN, M.; WASHINGTON, A. **Estimation using use case points**. University of Houston-Victoria, Victoria, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed., São Paulo: Atlas, 2010. 200 p.

KARNER, G. **Use case points: resource estimation for objectory projects**– Objective Systems SF AB, [S.l.], Set. 1993.

MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 7. ed., São Paulo: Atlas, 2007. 255 p.

PMBOK – **Project management body of knowledge** – a guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide). 4th, Newtown Square: Project Management Institute, Dez. 2008. 386 p.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. 6. ed., São Paulo: McGraw-Hill, 2006. 720 p.

RUP – **Rational Unified Process**. IBM rational unified process reference and certification guide: Solution Designer. [S.l.]: IBM Press, 2008. 336 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHSTON, R. **Gerenciamento de Operações e de Processos: Princípios e Práticas de Impacto Estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 552 p.

SOFTEX – **Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro**. Software e Serviços de TI: A Indústria Brasileira em Perspectiva. Associação para promoção da excelência do software brasileiro, Campinas, nov. 2009. Disponível em: <http://publicacao.observatorio.softex.br/_publicacoes/arqui-vos/resumo/Resumo_Executivo.PDF>. Acesso em: 5 jan./2010.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 8. ed., São Paulo: Addison-Wesley, 2007. 568 p.

SOWEBOK – **Guide to the software engineering body of knowledge**. Los Alamitos: IEEE Computer Society, v. 2004. 202 p.

TETILA, E. C.; COSTA, I.; SPÍNOLA, M. M. Estimativa de software combinando métricas: um estudo de caso. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), 9, 2006. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Getúlio Vargas. 29-31 ago. 2006.

Meio de Publicação: Periódico

Título do Texto: Processo de Estimativa de Software com a Métrica *Use Case Points*, PMBoK e RUP

Autores: E. C. Tetila, I. Costa

Coautores: M. de M. Spínola, J. Q. da S. Tetila

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *IJIE - Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*

Local da Publicação: Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

Mês e Ano da Publicação: Julho de 2011

Editora: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Volume: v. 1

Nº do Fascículo: n.1

Total de páginas: 16

Página inicial e página final: 249-264

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

**TRABALHOS CIENTÍFICOS COMPLETOS
PUBLICADOS EM CONGRESSOS**

A GOVERNANÇA EM TI COMO DIFERENCIAL ESTRATÉGICO NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR BRASILEIRAS

Milton Aidar Matinez¹, Ivanir Costa², Ecila Alves de Oliveira³, Ruy Guérios⁴

Abstract: The implementation of governance practices in Information Technology (GTI), widespread in large corporations, can assist Higher Education Institutions (HEIs) both public and private in Brazil, resulted in greater competitiveness in the IT organization in your area, providing indicators for its monitoring and improvement. The reliability, integrity and availability of information, manipulated by an HEI, representing their survival in a market scenario by the increasingly competitive national and international competition. Decisions are made constantly, by their senior managers, based on tacit knowledge that are not necessarily reliable information. The IT Governance can be applied to consolidate the strategic needs of information from senior management of the HEI and its processes in order to work focused on one goal, and enhancing IT in their daily lives, with strategic advantage in their decisions.

Index Terms: Higher Education, IT Governance; Knowledge Management, Strategic Decision.

Introdução

No Brasil as Instituições do Ensino Superior (IES) tanto na área pública como na área privada, são regidas pelo Ministério da Educação que determina, acompanha e avalia os requisitos mínimos para seu funcionamento, entre os quais, almeja: ensino de qualidade para seus discentes e condições adequadas de trabalho para seus docentes e otimização de suas práticas de comunicação e divulgação da informação. Esses são fatores que envolvem a aplicação consciente e eficiente da Tecnologia da Informação da IES.

¹ Milton Aidar Martinez, mestrando no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista – UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 – 4. andar – CEP: 04026-002 – São Paulo – SP – Brasil, miltonam@gmail.com

² Ivanir Costa, Professor Doutor da Universidade Paulista – UNIP, São Paulo, Brasil, icosta11@live.com

³ Ecila Alves de Oliveira, mestranda no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista - UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 – 4. andar – CEP: 04026-002 – São Paulo – SP – Brasil, ecilaoliveira@uol.com.br

⁴ Ruy Guérios, mestrando no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista - UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 – 4. andar – CEP: 04026-002 – São Paulo – SP – Brasil, ruy.guerios@eniac.com.br

De acordo com o quadro atual dos Sistemas de Informação (SI) na área educacional não é dos melhores. As IES possuem a centralização de seu processo educacional baseado principalmente no corpo discente. Tal centralização caracteriza um desconhecimento da própria organização. Atualmente, é alta a demanda por uma gestão administrativa, financeira e acadêmica, que forneça informações confiáveis no momento em que sejam necessárias.

As instituições de Ensino Superior Brasileiras, especialmente nos últimos 20 anos, têm vivenciado um crescimento desordenado de sua prestação de serviço, aumentando a oferta de cursos superiores e recebendo um maior contingente de alunos. Como conseqüências tiveram que readequar seu quadro administrativo-funcional, sua infraestrutura ocupacional e seus sistemas de informação, perdendo agilidade na execução de seus processos.

Em contrapartida, cresce a exigência por uma prestação de serviço a preços menores e de maior qualidade, fator crucial para sua permanência e consolidação no segmento educacional. O tempo para a tomada de decisões torna-se cada vez menor, e sua assertividade, fator determinante para seu sucesso.

Para a administração universitária é, em muitos casos, caracterizada pela centralização, pela burocratização e pelo corporativismo, agravando o colapso da universidade brasileira acusada de elitista e ineficiente.

A Tecnologia da Informação (TI) é um forte candidato para ajudar suprir todas estas variáveis, oferecendo informações confiáveis para a tomada de decisões, recursos tecnológicos para suportar física e logicamente sua demanda de crescimento e essencialmente diminuir investimentos desnecessários com rotinas operacionais que poderiam ser automatizadas.

Desta forma, quanto mais eficientes forem os serviços prestados pela TI das IES, maior será a assertividade em suas decisões, menor o tempo e esforço empregados e recursos financeiros despendidos sem um retorno assegurado. Todavia, normalmente a IES e a área de TI não compartilham dos mesmos objetivos, nos mesmos momentos, ou ainda, trabalham com autonomia total, em que uma praticamente desconhece a existência da outra.

Para as IES cabe a tomada de decisão amparada por um conjunto mínimo de informações, apoiando-se quase que totalmente na experiência e intuição de seus gestores, motivados pelas necessidades imediatas, sem considerar qualquer participação da TI como fator estratégico. Por sua vez, a TI simplesmente assume a postura de manter o funcionamento dos recursos tecnológicos básicos já empregados na instituição, sendo vista apenas com célula geradora de gastos sem agregar valor ao negócio.

Para a finalidade ou o propósito básico da informação é o de habilitar a instituição a alcançar seus objetivos pelo uso eficiente dos recursos disponíveis. Por isso, para que o uso da TI seja

realmente eficaz, os projetos devem ser avaliados de acordo com o planejamento estratégico elaborado e definidos pelos tomadores de decisão.

Diante ao exposto, muitos modelos de aplicação da TI aos negócios foram criados, englobados em um grande guarda-chuva denominado Governança de TI. Dentro os modelos da GTI, o CobiT (Control Objectives for Information and related Technology) quando bem aplicado pode alinhar a TI à reais necessidades da Instituição 0.

Revisão

Instituição de Ensino Superior (IES)

O marco inicial do Ensino Superior no Brasil é relatado no século XIX, com a transferência da sede do governo português para o Brasil em 1808, fato que culminaria, anos depois no início do Ensino Superior brasileiro0.

Inicialmente foram fundadas as IES Públicas, aquelas mantidas por iniciativas governamentais e de acesso gratuito aos discentes, mas como não atendiam em vagas a demanda, em pouco tempo surgiram incentivos governamentais para a criação das IES particulares, fundadas por um mantenedor ou um grupo de empresários, com acesso pago pelos discentes, que em pouco tempo dominariam o cenário educacional brasileiro, conforme gráfico 1:

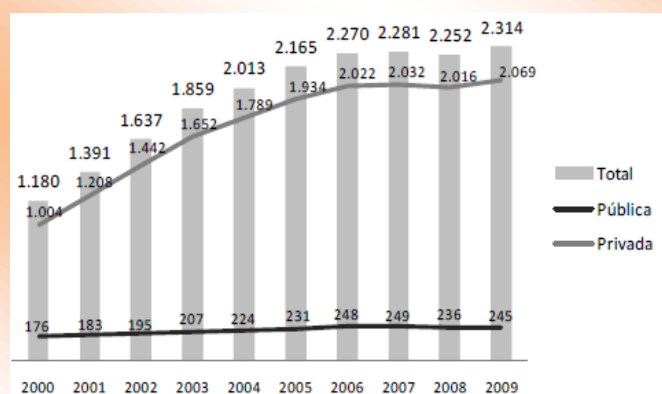


GRÁFICO 1

Evolução do número de IES no Brasil até 2009 0

O gráfico 1 demonstra que o Ensino Superior Brasileiro é regido por quase 90% de IES privadas contra apenas pouco mais de 10% de IES públicas, fato que revela o domínio do setor privado neste segmento e justifica as grandes fusões ocorridas por grandes grupos empresariais.

Sendo assim, as IES deixam de ser vistas apenas com um espaço de troca de conhecimento entre discentes e docentes e assume a necessidade de se profissionalizar, agregando retorno financeiro para sua manutenção e sobrevivência enquanto empresa.

Neste caminho é sugerida a aplicação de técnicas de Gestão do Conhecimento mediadas pela Governança de TI.

Gestão do conhecimento (GC)

Segundo 0 a Gestão do Conhecimento (GC) é um instrumento orientado para que ocorra a inovação. Atua como um processo de orientação na tomada de decisão. Ela é um processo organizacional focado em resultados estratégicos, visa agregar valores aos produtos e serviços em benefícios aos clientes, através de subprocessos que englobam a identificação, a criação, a organização, a disseminação, a avaliação, a mensuração, a retenção e proteção do conhecimento.

A IES é muitas vezes representada por ser multiplicadora do conhecimento, através das relações entre docentes e discentes, mas encontra grande dificuldade na gestão do conhecimento administrativo entre seus colaboradores com foco estratégico em seu negócio. Em alguns momentos, demonstra ser duas empresas distintas a que atende os discentes e outra que atende seus colaboradores de negócio, o que se aplica a uma não se aplica a outra.

Conforme 0 o conhecimento pode ser dividido em dois tipos fundamentais, Conhecimento Explícito e Conhecimento Tácito, sendo que:

Conhecimento Explícito é aquele que o homem tem consciência, sendo capaz de documentá-lo e que as organizações conseguem armazená-lo. Pode ser expresso em palavras e números e compartilhado em forma de dados, fórmulas científicas, especificações e manuais; pode ser prontamente transmitido entre indivíduos formal e sistematicamente. Já o Conhecimento Tácito é aquele pessoal e de difícil transmissão, adquirido ao longo do tempo através de experiências profissionais que combinem diversas áreas do saber, de difícil documentação e armazenamento empresarial 0.

Um modelo dinâmico de criação do conhecimento baseado na hipótese de que o mesmo é criado e expandido através da interação social entre sua faceta tácita e explícita é mostrado na figura 1 que demonstra que o conhecimento também é cíclico e evolutivo.



FIGURA 1

Conversão do Conhecimento (Fonte: adaptado de Nonaka e Takeushi 0)

Neste contexto, é notado que a IES, representada aqui por seus altos gestores, realiza a tomada de decisões, com base em seu conhecimento tácito, por falta de recursos tecnológicos que lhe permitam compartilhar e medir o conhecimento explícito já consolidado e muitas vezes esquecido.

A utilização adequada do conhecimento pode ser compreendida com fator decisório para o desenvolvimento de produtos e serviços de maior qualidade a custos mais acessíveis e competitivos, para tanto, a importância de garantir a identificação do conhecimento institucional e aplicá-lo na melhoria dos processos internos da IES.

A importância da GC é também cada vez mais utilizada em todos os tipos de organizações, incluindo empresas, órgãos governamentais, institutos de pesquisa não-governamental (ONGs), e de desenvolvimento internacional e financeiro0

A GC enquanto elemento estratégico deve alinhar as ações da empresas aos seus objetivos através da compreensão de seu ambiente interno e externo devidamente documentado e que deva ser constantemente perseguida e propagada por sua alta direção 0.

Na busca da excelência institucional tem-se na gestão do conhecimento um caminho para sistematizar, identificar, disseminar a aplicação das informações de forma estratégica ao negócio, transformando-o em conhecimento, com o auxílio da Tecnologia da Informação.

Governança de TI com CobiT

De acordo com 0, a governança de TI (GTI) é de responsabilidade da alta administração, na liderança, nas estruturas organizacionais e nos processos que garantem que a TI da empresa sustente e estenda as estratégias e objetivos da organização.

A GTI busca consolidar as necessidades estratégicas da alta administração da empresa e seus processos, de forma a trabalharem focadas em um mesmo objetivo, valorizando a aplicação da TI no cotidiano da empresa com diferencial estratégico em suas decisões, ao mesmo tempo em que acompanha de perto o seu funcionamento.

O aponta que o alinhamento estratégico é o ponto de partida para a Governança de TI, considerando criação de valor para o negócio e aderência a requisitos de compliance (conjunto de disciplinas para fazer cumprir as normas legais e regulamentares estabelecidas para as atividades da empresa). Os autores relatam que a criação de um portfólio (lista de trabalhos de uma empresa) orienta as ações do dia-a-dia unindo as estratégias de curto, médio e longo prazo à rotina diária das operações e serviços de TI.

A organização da TI é ferramenta fundamental para planejamento estratégico das instituições de ensino permitindo redução de custos, ampliando sua competitividade e agregando valor ao negócio.

Para 0 a GTI consiste em um ferramental para a especificação dos direitos de decisão e responsabilidade, visando encorajar comportamentos desejáveis no uso da TI.

Na prática os gestores da alta administração das IES passariam a ser cobrados pela utilização da TI como justificativa válida para a tomada de decisões estratégicas e como benefício teriam com quem dividir a responsabilidade por seus impactos na IES. A TI aprende com os gestores sobre as reais necessidades da IES e estes, por sua vez, aprendem com a TI como utilizá-la de forma estratégica.

Segundo 0 a governança de TI busca o compartilhamento de decisões de TI com os demais dirigentes da organização; estabelece regras, a organização e os processos que nortearão o uso da Tecnologia da Informação pela organização, fornecedores e clientes; determina como a TI deverá prover os serviços para a empresa.

Neste contexto, a IES realizaria um planejamento prévio em conjunto com as áreas envolvidas na obtenção de objetivos maiores da instituição, definindo qual o papel de cada um neste grande grupo e tendo como base o funcionamento das operações da TI.

Para 0 a Governança de TI não se restringe somente à implantação dos modelos de melhores práticas, entretanto é importante conhecê-los em termos de seus objetivos, estruturas e aplicabilidade. Alguns modelos são o CMMI (Capability Maturity Model Integration), PMBOK (Project Management Body of Knowledge), ITIL® (Information Technology Infrastructure Library), Seis Sigma, CobiT (Control Objectives for Information and Related Technology), entre outros.

Dentre os diversos modelos relacionados, o CobiT vêem de encontro à necessidade das IES na busca de profissionalizar sua TI, oferecendo auxílio a gerentes, usuários e auditores envolvidos nos

processos institucionais em busca de construir um conhecimento sólido e compartilhado para a tomada de decisões estratégicas.

De acordo com 0 as práticas de gestão do CobiT são recomendadas pelos peritos em gestão de TI que ajudam a otimizar os investimentos de TI e fornecem métricas para avaliação dos resultados.

O CobiT é um guia para a gestão da TI, incluindo um sumário executivo, *framework*, controle de objetivos, mapas de auditoria, conjunto de ferramentas de implementação e um guia com técnicas de gerenciamento0.

Para sua melhor compreensão, o Cobit foi dividido em quadro domínios: Planejamento e Organização, Aquisição e Implementação, Entrega e Suporte e por último Monitoração.

O domínio chamado de Planejamento e Organização é composto por um total de 11 processos que permitem o conhecimento da atual situação da T.I Institucional e o planejamento necessário para seu alinhamento ao negócio.

Dentre a estes 11 processos temos o que define o Plano Estratégico de T.I, determinante para a compreensão da visão da IES na alocação de seus recursos tecnológicos. e que será o norteador da implementação da Governança em T.I com Cobit em uma IES.

Materiais e Métodos

Na busca de analisar a possibilidade de trabalhar a (GC) com diferencial estratégico nas Instituições de Ensino Superior Brasileira por meio da aplicação da Governança em TI, esta foi dividida em duas etapas:

Etapa 1- Pesquisas bibliográficas que abordassem IES, GC e GTI e suas possíveis relações.

Etapa 2 - Aplicação de referenciais teóricos estudados, por meio de estudo de caso em uma IES, tendo com base a metodologia.

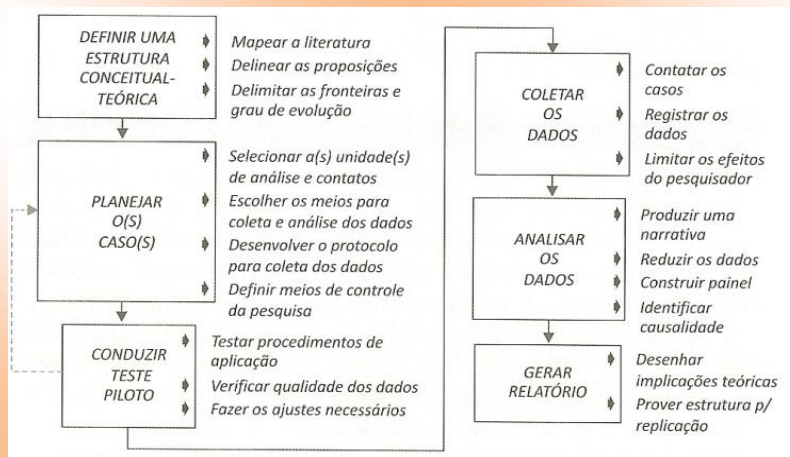


FIGURA 2

Condução do Estudo de Caso 0

De acordo com 0 o primeiro passo para a implementação, consistente de um Estudo de Caso, é o de “Definir uma Estrutura Conceitual Teórica” o que já foi apresentado na seção de Revisão deste documento, contemplando os assuntos chaves: IES, GC e GTI, delimitando a aplicação desta última ao processo denominado como Definição do plano Estratégico de T.I

O próximo passo seria “Planejar o Caso” momento em que foi escolhida uma IES privada, localizada no estado de São Paulo.

O protocolo para a coleta de dados adotado neste estudo foi o de observação do relacionamento entre os gestores acadêmicos e gestor da TI, através da participação de reuniões semanais durante três meses. Para complementar os estudos, também foi aplicada análise documental.

A condução do Teste Piloto normalmente não se aplica em estudos de casos, principalmente quando apoiado em observação e análise documental, por este motivo não será aplicado 0.

Não será aplicado o registro de dados através de entrevistas ou gravações já que estes métodos podem ser intrusivos e ainda inibir os agentes envolvidos, devido à formalidade do meio, o que poderia comprometer a autenticidade das informações coletadas. Para tanto serão utilizados documentos como: Atas de reuniões, manuais, políticas corporativas e anotações que se fizerem necessárias resultantes de observações e questionamento individualizados e momentâneos.

A etapa de Análise dos Dados coletados será apresentada através da simplificação das observações e documentos analisados considerando se os dados relevantes ao eixo dos assuntos trabalhados, IES, GC e GTI, tendo como limitador o Cobit, representado aqui por um de seus processos denominado Definição do plano Estratégico de T.I

Para finalizar, tem-se a atividade de Gerar Relatório, que pode ser compreendido com o momento em que os resultados e evidências do estudo de caso aplicado, devem ser associados às teorias existentes.

Resultados e Discussões

Após a análise documental da IES, nota-se que suas ações são norteadas de acordo com sua estrutura organizacional, conforme demonstrado na figura 3:

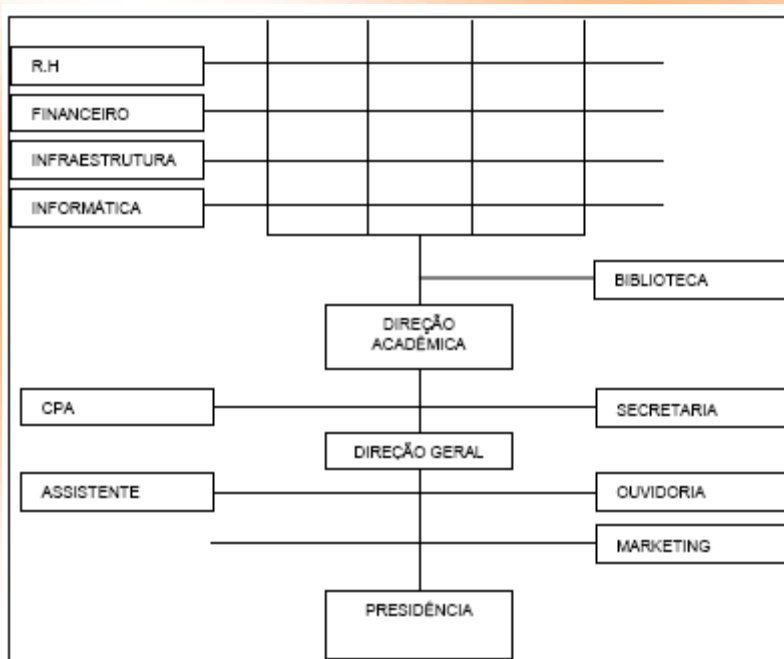


FIGURA 3

Parte da Estrutura Organizacional da IES fonte do Estudo de Caso

Pode-se notar que a área de Tecnologia da Informação, neste representada pelo termo Informática é compreendida como mais um departamento. Sua função é suprir demandas operacionais, estando em um esquema matricial no qual pode se comunicar facilmente com os demais departamentos, mas não possui comunicação próxima da área de gestão da IES.

Este fato é confirmado nas anotações realizadas fruto das observações de reuniões e eventos isolados em que o departamento de Informática é envolvido em discussões somente de punho operacionais e não estratégico.

É notada ainda uma grande distância entre os objetivos da IES e seus recursos tecnológicos, este último é claramente aplicado apenas para fornecer sustentação às necessidades básicas da IES, como: fornecer acesso a rede de computadores; sistema acadêmico de gestão de professores e alunos; laboratórios acadêmicos; acesso a internet; contas de e-mail; entre outros serviços.

A área de Informática é composta por um quadro extremamente reduzido de funcionários que não conseguem atender as demandas operacionais da IES e não realizam suas atividades ou planejamentos, orientados aos modelos de Governança em TI como o CobiT.

De encontro à aplicação do processo Cobit e seu processo de “Definição do plano Estratégico de TI”, foi encontrado um documento em elaboração chamado de PDI (Plano Diretor de Informática) que poderia ser considerado um primeiro passo para o alinhamento da TI a estratégia de Negócio da

IES, mesmo assim foi notada ausência da alta direção da IES na elaboração deste e definição de quais seus reais objetivos a serem atingidos.

No processo de exploração física do ambiente de produção da IES é percebida a utilização de diversos Sistemas de Informação desintegrados, ao invés de um único que possa consolidar as informações da IES e colaborar assim para sua tomada de decisão estratégica.

Com base nos resultados obtidos no estudo de caso é exposto o relatório final com uma análise documental com foco estratégico da IES:

Estudo de Caso	Práticas da IES	Referencial Teórico
Aplicação da Gestão do Conhecimento (GC)	É percebida a utilização de diversos sistemas de Informação ao invés de um único que possa consolidar as informações e colaborar assim para sua tomada de decisões estratégicas.	Para 0 a finalidade ou o propósito básico da informação é o de habilitar a instituição a alcançar seus objetivos pelo uso eficiente dos recursos disponíveis.
Aplicação do modelo Cobit utilizando o processo de Definição do Plano Estratégico de TI	A área de TI, não possui comunicação próxima da Gestão da IES.	De acordo com 0, a governança de TI (GTI) é de responsabilidade da alta administração, na liderança, nas estruturas organizacionais e nos processos que garantem que a TI da empresa sustente e estenda as estratégias e objetivos da organização.

TABELA 1

Demonstração da relação entre o Estudo de Caso, as práticas da IES e o Referencial Teórico

Conclusões

Por meio da aplicação do Estudo de Caso em uma IES privada, foi possível verificar que a mesma não possui práticas de Governança em TI em seu planejamento estratégico.

Verificou-se que suas decisões são tomadas com base no conhecimento tácito de seus gestores, desconsiderando a utilização de recursos tecnológicos estruturados como aliados para este fim.

Dessa forma, este trabalho sugere a reformulação de sua área de Tecnologia da Informação dividida em duas células: TI operacional; e outra chamada de TI estratégico. A célula estratégica

teria acesso direto a alta direção em busca de alinhar os recursos tecnológicos da IES às suas reais necessidades, através da aplicação do modelo CobiT em suas operações.

Referências

- BOAS, S. V. Ensino superior particular: um vôo histórico. São Paulo: Editora Segmento, 2004
- CARVALHO, P.C. S. Política de compras na administração pública brasileira. In: RHS Licitações — Conteúdo. 2005. Disponível em: <<http://licitacao.uol.com.br/artdescricao.asp?cod=59>>. Acesso em: fev de 2009.
- FERNANDES, A. A.; ABREU, V. F.. Implantando a Governança de TI – da estratégia à gestão dos processos serviços. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.
- IT Governance Institute: disponível em <http://www.itgovernance.org>, acesso em 14 abr. 2011
- KEBEDE, G. Knowledge management: An information science perspective. International Journal of Information Management, Elsevier, 5 Out. 2010, p. 416-424. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>. Acesso em: 03 mar. 2011.
- CAUCHICK, M., P.A.. (organizador), . Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010 colocar o sobrenome do segundo autor por extenso
- NONAKA, I., TAKEUSHI. H., Criação de conhecimento na empresa: como as empresas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- Resumos técnicos INEP disponível em <http://www.inep.gov.br/superior-censosuperior-relatorio_tecnico> Acessado em 20 abr 2011
- REZENDE, D. A.. Planejamento de Sistemas de Informação e Informática. São Paulo: Atlas, 2003.
- SHI, N. S.; SILVIUS, G. Enterprise IT Governance, Business Value and Performance Measurement. EUA: IGI Global, NY, 2010.
- TSENG, S.M. Knowledge management system performance measure index. Expert Systems with Applications, Volume 34, Issue 1, Jan. 2008. p. 734-745. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science> . Acesso em 05 abr. 2011
- VENDRAMETTO, O., Gestão do Conhecimento. São Paulo: Universidade Paulista, 2009.
- WEILL, P.; ROSS, J. W., Governança de TI – Tecnologia da Informação. São Paulo: M. Books, 2006.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: A Governança em TI como Diferencial Estratégico nas Instituições de Ensino Superior Brasileiras

Autores: M. A. Matinez, I. Costa, E. A. de Oliveira, R. Guérios

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Sim

Agência de Fomento: PROSUP/CNPq

Título do Meio de Publicação: Anais do ICECE2011

Local da Publicação: Guimarães, Portugal

Mês e Ano da Publicação: Setembro de 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Total de páginas: 5

ISBN: 978-85-89549-94-3

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

A LÓGICA PARACONSISTENTE NA ENFERMAGEM: CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO PARA SELEÇÃO DE DIAGNÓSTICOS E CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DE ENFERMAGEM

**Bárbara de Souza Gutierrez¹, Jair Minoro Abe², Marcelo Nogueira³, Fábio Vieira do Amaral⁴,
Cristina Corrêa de Oliveira⁵, Mariano Sergio Pacheco de Ângelo⁶, Mario S. Quinelo⁷**

Abstract: The search for a common language in Nursing has been a key focus of the profession today. For this was created the NANDA Nursing Diagnoses and Nursing Outcomes Classification NOC. Although this is relatively new instruments, there was a world wide acceptance, being accepted in 33 countries and translated into 17 languages. For this application of paraconsistent logic will allow the classification and comparison of results of nursing throughout the period of hospitalization, measuring the levels of evidence favorable to their healing and/or improvement and unfavorable between the analysis of results presented, determining the efficiency of care provided.

Resumo: A busca por uma linguagem comum na Enfermagem tem sido um dos principais focos da profissão na atualidade. Para isso, foram criados os Diagnósticos de Enfermagem da NANDA e a Classificação dos Resultados de Enfermagem da NOC. Apesar de tratar-se de instrumentos relativamente novos, houve uma grande aceitação mundial, sendo aceito em 33 países e traduzido para 17 idiomas. Para isso a aplicação da Lógica Paraconsistente permitirá a classificação e a comparação dos resultados de Enfermagem durante todo o período de internação do paciente, mensurando os graus de evidência favorável à sua cura e/ou melhora e de evidência desfavorável entre a análise dos índices apresentados, determinando a eficiência do cuidado prestado.

Index Terms: Lógica paraconsistente anotada evidencial $E\tau$, taxonomia de Enfermagem.

1 Bárbara de Souza Gutierrez – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – ba.gutierrez@yahoo.com.br

2 Jair Minoro Abe – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – jairabe@uol.com.br

3 Marcelo Nogueira – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – marcelo@noginfo.com.br

4 Fábio Vieira do Amaral – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – favamaral@gmail.com

5 Cristina Corrêa de Oliveira – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – crisolive@superig.com.br

6 Mariano Sergio Pacheco de Ângelo – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – mariano.angelo@ig.com.br

7 Mario da Silva Quinello – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – marioq@itaotec.com

Introdução

A enfermagem é uma profissão que tem ao longo do tempo buscado sua consolidação enquanto ciência. Para o alcance deste objetivo um caminho árduo tem sido percorrido na procura de estratégias que visam alicerçar-se esta prática e, dentre elas, encontra-se a necessidade de estabelecer uma linguagem comum que seja utilizada universalmente pelos profissionais, adaptada às mais variadas culturas e contextos. Uma linguagem comum auxilia a captar o valor econômico dos serviços prestados e favorece a comunicação entre os profissionais, clientes e equipe[1].

Data da época de Florence Nightingale, durante a Guerra da Crimeia, a preocupação com o uso dos resultados provenientes do paciente para avaliar os cuidados prestados, porém, somente em meados da década de 1960 que se iniciou a sua utilização[2]. Assim, a ideia de uma classificação que pudesse expressar o conhecimento da prática de enfermagem surgiu como um desafio para o Conselho Internacional de Enfermagem que a partir de 1989 desencadeou um projeto com esta finalidade, que resultou no desenvolvimento da Classificação Internacional das Práticas de Enfermagem (CIPE), que engloba fenômenos, intervenções ou ações e resultados de enfermagem.

Diagnósticos e Resultados de Enfermagem

O termo **diagnóstico** surge na literatura norte-americana em 1950 com McManus, que, ao descrever as funções de responsabilidade do enfermeiro, incluía a identificação ou o diagnóstico de problemas de enfermagem. Em 1973, um grupo de enfermeiras norte-americanas reconheceram a necessidade de se desenvolver uma terminologia para descrever os problemas de saúde diagnosticados e tratados com maior frequência por profissionais de enfermagem. Foi realizada, então, na Saint-Louis University School of Nursing, a I Conferência Nacional sobre Classificação de Diagnósticos de Enfermagem e, somente em 1982, o grupo adotou um regimento interno, e foi criada a NANDA – North American Nursing Diagnosis Association[3], tornando-se o sistema de classificação mais usado no mundo, traduzido para 17 idiomas (33 países)[3].

A NOC (sigla de *Nursing Outcomes Classification*, Classificação dos Resultados de Enfermagem) é uma taxonomia que contém os resultados esperados para cada diagnóstico de enfermagem da taxonomia NANDA[3]. Na tentativa de aumentar sua capacidade econômica, a reestruturação do sistema de saúde norte-americano resultou na ênfase nos custos dos cuidados de saúde e nos resultados dos pacientes como medida de eficácia do sistema, no qual essa classificação surge, em 1991 através de um grupo de pesquisadores do Centro de Classificação da Universidade de Iowa, EUA[4].

Cada resultado apresentado na taxonomia NOC traz uma definição, uma lista de indicadores que podem ser usados para se avaliar o estado do cliente em relação ao resultado, uma escala Likert de cinco pontos para elaborar o resultado. A classificação contém 17 escalas na medida.

Lógica Paraconsistente

Segundo [5], quando analisamos o mundo real, lidamos com indefinições, situações de inconsistências e muitas vezes temos apenas um reconhecimento parcial dos fatos e objetos – isto, no entanto, não impede o desenvolvimento do raciocínio humano que está além da relação binária de verdade e falsidade.

A necessidade de demonstrar e dar tratamento a situações contraditórias e não triviais levou ao aparecimento de uma lógica subjacente para os sistemas formais, denominadas lógicas paraconsistentes [6].

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ [7] parte do princípio de que é possível estabelecer, numa escala de 0 a 1, graus de evidência favorável e evidência desfavorável para as comparações entre dois casos. Existem casos em que as proposições podem ser verdadeiras e as inferências são ilegítimas, portanto, argumentos válidos podem ter conclusões verdadeiras ou falsas. A aplicação dela permitirá a classificação e comparação dos resultados de Enfermagem durante todo o período de internação do paciente, mensurando os graus de evidência favorável à sua cura e/ou melhora e de evidência desfavorável entre a análise dos índices apresentados, determinando a eficiência do cuidado prestado.

Referências

- [1] ROCHA, S. M. M. Almeida MCP. O processo de trabalho da enfermagem em saúde coletiva e a interdisciplinaridade. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. Ribeirão Preto, 2000.
- [2] SEGANFREDO, D. H.; ALMEIDA, M. A. Produção de conhecimento sobre resultados de Enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**. Rio Grande do Sul, 2010.
- [3] North American Nursing Diagnosis Association. **Diagnósticos de enfermagem da NANDA: definições e classificação 2009-2011**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- [4] MOORHEAD, S.; JOHNSON, M.; MAAS, M. **Nursing Outcomes Classification: Classificação dos Resultados de Enfermagem (NOC)**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 880p.

- [5] MARTINS, H. G. **A Lógica Paraconsistente Anotada de Quatro Valores - LPA4v aplicada em Sistema de Raciocínio Baseado em Casos para o Restabelecimento de Subestações Elétricas.** Tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal de Itajubá, 2003.
- [6] DA COSTA, N. C. A.; ABE, J. M.; MUROLO, A. C.; DA SILVA FILHO, J. I.; LEITE, C. F. S. **Lógica paraconsistente aplicada.** Atlas: São Paulo, 1999.
- [7] ABE, J. M. **Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et.** Monografia, 2009.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: A Lógica Paraconsistente na Enfermagem: Construção de um Protótipo para Seleção de Diagnósticos e Classificação dos Resultados de Enfermagem

Autores: B. S. Gutierrez; J. M. Abe; F. V. Amaral; M. Nogueira; C. C. Oliveira; M. S. P. Ângelo; M. S. Quinello

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Conference on Engineering and Computer Education*, ICECE 2011

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 187-188

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

A PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS NO BRASIL E SUA INTERFACE COM A PRODUÇÃO MAIS LIMPA

L. P. Vendrametto ^a, C. A. Di Agustini ^a, S. H. Bonilla ^b

a. Doutorandos em Engenharia de Produção e pesquisadora da Universidade Paulista – São Paulo –
lilianagenda@gmail.com

b. Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na área de concentração
Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial da Universidade Paulista – São Paulo

Resumo: Na atualidade há uma grande preocupação em relação aos princípios que norteiam os sistemas de produção. Na agricultura não é diferente. Uma produção baseada em preceitos como: manejo integrado de pragas e doenças; uso racional dos insumos; restrição à utilização dos recursos naturais não renováveis, práticas conservacionistas para solo e água, prevenção à contaminação e a doenças do trabalhador rural, seriam a grande meta a ser trilhada em busca da sustentabilidade. É neste contexto de Produção Agrícola Sustentável, ou Produção mais Limpa para a agricultura, que este artigo pretende apresentar e discutir. A Produção Integrada de Frutas pode ser considerada um excelente exemplo de sucesso entre produtividade, qualidade e diminuição de impactos ambientais na agricultura. Em resumo trata-se de um sistema onde os recursos são racionalizados e usados somente após um monitoramento da real necessidade de utilização. Este artigo tem como objetivo discutir e apresentar os princípios e normas da Produção Integrada de Frutas no Brasil.

Palavras-chave: produção integrada, manejo integrado, sustentabilidade agrícola.

1 Introdução

“A produção agrícola poderá somente ser sustentável em um caráter a longo prazo se a terra, água e florestas nas quais forem cultivadas não estiverem degradadas. Uma reorientação da intervenção pública poderá prover um limite nesse assunto. Entretanto, políticas mais específicas que protejam a base dos recursos são necessárias para manter e ainda aumentar a produtividade e o sustento de todos os habitantes” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991). Esta citação foi copiada do relatório de Brundtland, ou também chamado de Nosso Futuro Comum, e é considerado um dos principais documentos elaborados pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento na década de 1980, no qual reafirma uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, e que ressaltam os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a

capacidade de suporte dos ecossistemas. O relatório aponta para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes.

Ao mesmo tempo em que se faz necessário produzir uma abundante quantidade de alimentos para alimentar a população mundial crescente, tem-se em mente a outra grande preocupação em relação à conservação e à preservação dos recursos naturais. Alternativas nas quais se busque o casamento entre essas duas considerações são uma forma inteligente de produzir alimentos garantindo índices excelentes de produtividade e otimizando o uso dos recursos naturais.

Nos dias atuais os consumidores de alimentos tornaram-se muito mais exigentes do que no passado. Há uma grande preocupação, desde aspectos relacionados à segurança do alimento (ausência de micro-organismos e de substâncias que possam causar doenças) até a qualidade do produto ofertado, passando por itens relacionados ao sistema de produção, como a justa remuneração da mão de obra e os impactos no solo e na água. O crescimento acelerado da demanda por frutas reflete claramente uma mudança de orientação nas preferências dos consumidores, por alimentos gerados através de técnicas não agressivas ao meio ambiente, inócuos e nutritivos (CASTILLANO et al., 2009).

O mercado mundial, além da qualidade externa das frutas, exige controle e registro sobre todo o sistema de produção, incluindo análises de resíduos de agrotóxicos e estudos sobre impacto ambiental da atividade, ou seja, é pré-requisito para a comercialização a rastreabilidade de toda a cadeia produtiva (SANSVINI, 1995 e 2002; DECKERS, 2000), assegurando ao consumidor transparência do sistema e do processo de produção.

Neste contexto, a PIF (Produção Integrada de Frutas) surgiu na década de 1970 como uma opção de manejo inserida na “Organização Mundial para Luta Biológica e Integrada”. Na Suíça, em 1976, se discutiu as relações entre manejo de fruteiras e a proteção integrada das plantas, momento de forte discussão sobre a adoção de um sistema que atendesse às peculiaridades do agroecossistema, para utilizar associações harmônicas relacionadas com as práticas de produção, incluindo-se neste contexto o manejo integrado e a proteção das plantas, fatores fundamentais para obtenção de produtos de qualidade e sustentabilidade ambiental. Apenas em 1993, foram publicados pela OILB (Organização Internacional da Luta Biológica) os princípios e normas técnicas que são usualmente utilizados e aceitos como os princípios da PI (Produção Integrada). Alemanha, Suíça e Espanha foram os países que iniciaram a PI na Europa, pois já tinham atentado para a necessidade de substituir as práticas convencionais onerosas por um sistema que diminuísse os custos de produção, melhorasse a qualidade e reduzisse os danos ambientais (INMETRO, 2009). A PIF é um Programa de Avaliação da Conformidade voluntário, desenvolvido pelo Inmetro em conjunto com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2001).

Este artigo pretende discutir a PIF e a interface com a Produção mais Limpa, discutindo seus princípios e exemplos práticos realizados no Brasil.

2 Metodologia

A adoção do Sistema de PIF evoluiu em curto espaço de tempo, no Brasil a introdução da PIF deu-se nos anos de 1998/99.

A PIF é estruturada em 04 pilares de sustentação (**organização da base produtiva, sustentabilidade do sistema, monitoramento dos processos e informação**) e os componentes que consolidam o processo. A Figura 1 apresenta o esquema resumido da Produção Integrada.



Figura 1- Esquema da Produção Integrada (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2004).

Os preceitos da PIF são: elaboração e desenvolvimento de normas e orientações de comum acordo entre os agentes da pesquisa, ensino e desenvolvimento; extensão rural e assistência técnica; associações de produtores; cadeia produtiva específica; empresários rurais, produtores, técnicos e outros por meio de um processo multidisciplinar, com o intuito de assegurar que a fruta produzida encontra-se de acordo com um sistema que garante que todos os procedimentos realizados estão em conformidade com a sistemática definida pelo Modelo de Avaliação da Conformidade adotado. Tal modelo de avaliação está disponível nas Instruções Normativas, publicadas no Diário Oficial da União. Esses documentos são resultantes da parceria entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento (MAPA) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Os Selos de Conformidade (com códigos numéricos) validam o produto como PIF e possibilitam encontrar informações sobre procedência, procedimentos de manejo usados (pragas, doenças e etc.), ou seja, cria-se a possibilidade de checagem sobre as condições em que as frutas foram produzidas, transportadas, processadas e embaladas. Elas poderão ser identificadas desde a fonte de produção até o seu destino final, a comercialização.

A Figura 2 apresenta um quadro comparativo entre a Produção Convencional e a Produção Integrada.

Produção Convencional	Produção Integrada
Práticas de manejo da cultura usadas parcialmente e sem restrições.	Práticas usadas para o manejo do pomar são as referidas nas normas técnicas da PIF.
Treinamento e atualização técnica opcional.	Treinamento e atualização técnica obrigatórios.
Não há necessidade de definir opção pelo sistema.	Opção por adesão em documento assinado com a certificadora.
Cultivares com potencial de comercialização e adaptação variável.	Cultivar adaptada à região.
Plantas disponíveis	Plantas de preferência livres de vírus.
Não tem restrições a plantas transgênicas.	Plantas transgênicas são permitidas, mas não recomendadas.
Plantios em filas simples ou duplas.	Plantio em filas simples.
Manejo dos fertilizantes de acordo com cada pomar.	Fertilização química com limitações definidas.
Proteção das plantas de acordo com a estrutura e treinamento da empresa e a seus técnicos.	Proteção das plantas obrigatoriamente com uso de monitoramento a apoio das estações de aviso.
Pesticidas registrados para uso na cultura.	Restrições ao uso de agroquímicos registrados, mas com impacto ambiental indesejável e/ou com potencial de eliminação de organismos benéficos.
Herbicidas registrados na cultura para uso na cultura	Limitação de uso de herbicida.
Raleio de acordo com as decisões do produtor ou técnico.	O raleio químico é permitido.
Uso dos tratamentos químicos ou pós-colheita registrados para cultura	Os tratamentos químicos em pós-colheita são restritos
Controle oficial na cultura somente dos resíduos de pesticidas nos produtos para comercialização.	Controle das atividades executadas no pomar pelos fiscais das certificadoras, 2 a 3 vezes por ano.
A comercialização é feita conforme regras oficiais.	A comercialização é feita conforme regras oficiais.

A comercialização é feita com preços variáveis.	No geral não há aumento dos preços, mas há preferência de compra.
A vida de prateleira depende do manejo da fruta e da proteção durante a armazenagem.	A vida de prateleira não é diferente dos produtos do sistema convencional.

Figura 2 - Quadro comparativo entre os sistemas de Produção Integrada e Convencional. Fonte: Sanhueza (2000).

Fachinello (2003) salienta a diferença principal entre a produção convencional e a integrada, a segunda utiliza práticas de manejo do solo e da planta de forma integrada, procurando equacionar os problemas através de uma visão multidisciplinar e não na aplicação de práticas isoladas, como ocorre na fruticultura convencional.

Conceitualmente, a PIF é um sistema de produção de frutas de alta qualidade, priorizando princípios baseados na sustentabilidade, utilização racional de recursos naturais e regulação de mecanismos para substituição de insumos poluentes, utilizando instrumentos adequados de monitoramento dos procedimentos e a rastreabilidade de todo o processo, tornando-o economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo. Cadeias de distribuidores, redistribuidores e supermercados (destacando-se os europeus) representados pelo GLOBALGAP (Instituição Privada que estabelece os padrões de certificação de Boas Práticas Agrícolas – Globais), têm pressionado exportadores de frutas e hortaliças para o estabelecimento de regras de produção que levem em consideração: resíduos de agroquímicos, meio ambiente e condições de trabalho e higiene.

Pode-se considerar que, no passado, um sistema de produção agrícola se baseava na sucessão de atividades na lavoura que se iniciavam no preparo de solo, logo depois, no plantio e nos tratamentos culturais, e terminavam na colheita, ou seja, uma sequência de atividades, uma após a outra, variando em função do clima e da tecnologia utilizada. Nesse antigo sistema, os procedimentos como gestão tecnológica e ambiental, gerenciamento de insumos, resíduos e produtos funcionavam de forma independente.

Na Figura 3 percebe-se que no sistema de produção agrícola tradicional a integração entre os sistemas de gestão de gerenciamento acontece somente em pequenos momentos. Na atualidade, os fatores relacionados à gestão tecnológica, ambiental e de processos, estão totalmente inseridos nas práticas agrícolas e não dissociados. A própria metodologia de tomada de decisões se fundamenta na interface dos sistemas. Nenhuma decisão é livre da participação de todas as áreas.



Figura 3 - Esquema resumido adaptado de um Sistema de Produção Agrícola Tradicional. Adaptado de Silva et al., 2005.

Na Figura 4 é ilustrado o esquema de Produção Agrícola da Produção Integrada, fundamentado nesse princípio de integração.

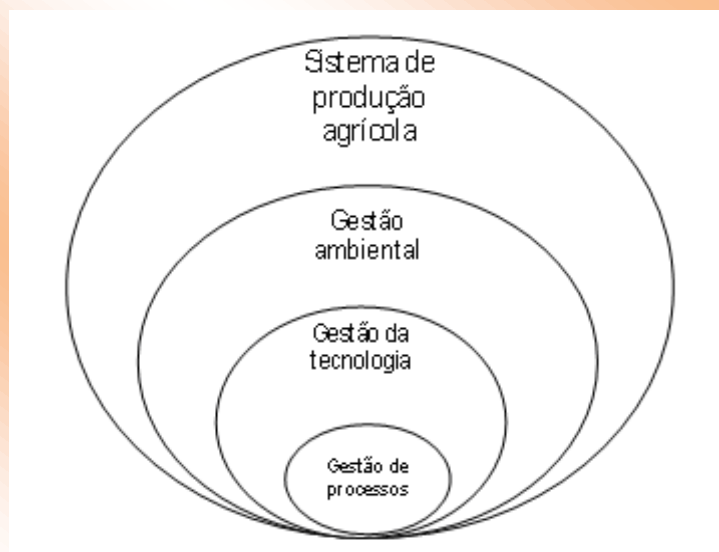


Figura 4 - Esquema de um sistema de Produção Agrícola da Produção Integrada.

Em 1990, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente criou uma proposta de uma Gestão de Sistemas de Produção enfatizando um processo produtivo mais racional, com o uso inteligente e econômico de utilidades e matérias-primas e principalmente com mínima, ou, se possível, nenhuma geração de contaminantes (FURTADO, 2002). A partir de então, surgiu um novo conceito de estratégia de gerenciamento dos sistemas de produção.

Segundo Furtado (2002), a definição de Produção mais Limpa se baseia na implicação de evitar (prevenir) a geração de resíduos, com profundos reflexos no comportamento da empresa, quanto ao processo, produto, embalagens, descarte, destinação, manejo de lixo industrial e restos de produtos, comportamento de consumidores e política ambiental da empresa. O objetivo da Produção mais Limpa seria usar com eficiência materiais e energias renováveis, não nocivos, conservando os recursos naturais e preservando o meio ambiente, diminuindo impactos ambientais negativos (principalmente relacionados ao tratamento de resíduos e efluentes) e prevenindo contaminações. Questiona-se a real necessidade de utilização dos insumos e propõem-se formas alternativas para se atingir os mesmos objetivos.

Para o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP, 2009), a Produção mais Limpa pode ser definida como “uma aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva em direção a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência global e reduzir danos e riscos para os seres humanos e o meio ambiente” (UNEP, 2009). A Figura 5 ilustra o diagrama da definição de Produção mais Limpa (UNEP, 2009).

A PI é uma ferramenta inovadora da evolução do conceito de manejo integrado de pragas, cujo princípio se baseia no monitoramento constante da intensidade do ataque de pragas e na aplicação de defensivos somente quando o ataque chegar a um nível de causar dano econômico. Ao controle químico são integradas outras práticas, como a biológica, o uso de variedades resistentes, o manejo cultural, o controle físico, entre outros. Busca-se na utilização de agrotóxicos cuja ação seja realmente específica, preservando os inimigos naturais das pragas e que sejam muito pouco prejudiciais à saúde humana. Também é imprescindível o respeito ao período entre a última aplicação e a colheita para que não haja resíduos dos agrotóxicos no momento do consumo. Prega-se também o uso alternado de princípios ativos para se evitar o surgimento de insetos e doenças resistentes.

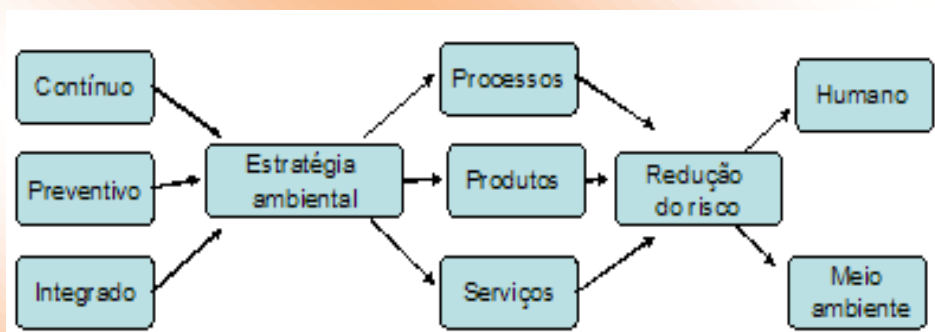


Figura 5 - Diagrama da definição de Produção Mais Limpa, segundo UNEP (2009).

Ou seja, as premissas da Produção mais Limpa – estratégia ambiental integrada para: aumentar a eficiência, diminuir a poluição, reduzir resíduos, minimizar riscos ambientais e ocupacionais (FURTADO, 2002) podem ser considerados os princípios norteadores da Produção mais Limpa e se enquadram perfeitamente na Produção Integrada de Frutas.

Neste contexto, os resíduos são considerados como um “produto” com valor econômico negativo. Cada ação para reduzir o consumo de matérias-primas e energia, bem como para prevenir ou reduzir a geração de resíduos, pode aumentar a produtividade e trazer benefícios financeiros aos sistemas de produção. Para os produtos, a Produção Mais Limpa tem como objetivo reduzir a utilização dos recursos naturais, não prejudicar a saúde dos trabalhadores e manter a segurança dos produtos em toda a sua vida útil, a partir de extração de matérias-primas, através da fabricação e utilização, até o consumo do produto.

Percebe-se, portanto, uma grande interface entre a Produção mais Limpa e a Produção Integrada de Frutas. Os alicerces que sustentam a produção são os mesmos. É neste contexto que a Produção Integrada trabalha, conforme citações na introdução deste artigo.

3 Resultados e Discussão

Segundo Andrigueto et al. (2005) os resultados são animadores, dentre os quais cita-se: i) aumento de emprego e renda na ordem de 3,0% (PIF maçã); ii) diminuição dos custos de produção da maçã (40,0% em fertilizantes e 25,0% em inseticidas) e, do mamão, em torno de 44,0% da totalidade – campo e pós-colheita; iii) indicadores de redução em pulverizações; iv) diminuição de resíduos químicos nas frutas; e v) melhoria da qualidade do produto consumido, da saúde do trabalhador rural e do consumidor final. A Figura 6 apresenta o quadro de indicadores (em porcentagem de redução) do uso de agrotóxicos nos sistemas PIF.

PRODUTOS	Maçã	Manga	Uva	Mamão	Caju	Melão	Pêssego
INSETICIDAS	25,0	43,3	53,0	35,7	25,0	20,0	30,0
FUNGICIDAS	15,0	60,7	43,3	30,0	30,0	10,0	20,0
HERBICIDAS	67,0	80,0	60,5	78,0	-	-	50,0
ACARICIDA	67,0	43,3	53,0	35,7	-	20,0	50,0

Figura 6 - Quadro de indicadores de racionalização do uso de agrotóxicos nos Sistemas da PIF. Valores em porcentagem de redução. Fonte: Andrigueto et al. (2005).

Dados da racionalização das intervenções químicas no sistema PIF do ano de 2002, para a cultura da maçã, evidenciam a diminuição da frequência na aplicação de Ditiocarbamato (princípio ativo de fungicidas e bactericidas) em 8.660 ha, resultando na redução do montante de aplicação de 600 toneladas. Ao custo de R\$ 15,00/kg representou a significativa economia de R\$ 9 milhões, sem considerar os efeitos relacionados com a preservação de recursos naturais (EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2003).

A Produção Integrada de Maçã – PIM está implantada conforme o modelo de Avaliação da Conformidade – PIF. Sistema plenamente monitorado, desde o plantio até a comercialização, o manejo oferece um prêmio de US\$ 2 por caixa de 18 kg entregue no exterior. Enquanto no mercado interno o produtor recebe pela caixa US\$ 7 e US\$ 9; nas exportações, fica com US\$ 9 a US\$ 10. Em 2004, as exportações de maçã cresceram 100% em volume e 91,5% em valor, resultado da melhoria de qualidade e competitividade nos mercados.

A implementação da Produção Integrada de Maçã conseguiu provocar mudanças importantes no setor da maçã. Os principais impactos no sistema de produção são: a) Organização da propriedade agrícola (maior registro e controle das atividades); b) Capacitação e exercício da responsabilidade dos técnicos (treinamentos obrigatórios aumentando o conhecimento técnico); c) Implementação do controle externo e avaliação da conformidade (para validação legal e maior confiabilidade); d) Início de uso da rastreabilidade na agricultura (pioneira na agricultura brasileira); e) Redução do uso de pesticidas de maior risco (utilização de agroquímicos somente quando necessário e em quantidade mínima para eficácia, proibindo o uso de piretroides; restringindo certos fungicidas e limitando o uso dos pesticidas que favorecem a seleção de resistência das pragas e patógenos e estabelece como indispensável o monitoramento das pragas. Com observação destes critérios obteve-se a redução de 60% do uso de herbicidas; 25% dos fungicidas e 60% dos acaricidas; f) Organização da cadeia produtiva (incentivo ao trabalho em conjunto); e g) Aumento da competitividade e geração de divisas por meio da exportação de maçãs: para a safra de 2003-2004, a maçã gerou 50% do total de divisas recebidas pelo Brasil pela exportação de fruta fresca (SANHUENZA, 2003).

Nunes (2003) em seu estudo comparativo de sistemas de produção integrada e convencional de pessegueiro comprova a eficácia do monitoramento de pragas para aplicação de inseticidas no momento ideal para controle, resultando em menor quantidade de inseticidas e melhor qualidade da fruta. Confirma que é possível produzir pêssegos de qualidade, com produtividade e redução considerável no uso de agroquímicos.

4 Conclusões

É imensa a necessidade de se elaborar, testar e criar formas alternativas de manejo das diferentes espécies cultivadas na agricultura, formas essas que levem em consideração as diferenças de tipo de solo, clima, topografia, variedade e, principalmente, a utilização dos recursos naturais, sobretudo os não renováveis envolvidos. Outras formas de manejo da agricultura, nas quais se busque além do máximo rendimento e na verdade um rendimento ideal de acordo com as características locais valorizando a disponibilidade de recursos regionais (como serragem, adubos orgânicos a partir de resíduos das agroindústrias locais) serão bem-vindos num futuro próximo.

Em uma análise conjunta, a PIF apresenta uma evolução na busca do equilíbrio técnico-econômico, social e ambiental que este sistema se enquadra, quer seja para a saúde do produtor e consumidor, quer seja, para a sustentabilidade do agroecossistema em questão.

Desta forma, a PIF demonstra que o monitoramento de pragas e doenças e a adoção de medidas integradas possibilitam um melhor equilíbrio ecológico favorecendo a recuperação e o ressurgimento de organismos benéficos, importantes aliados na luta biológica e na viabilidade de um sistema de produção menos dependente de insumos artificiais.

Referências

- ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. (Org.). **Marco Legal da Produção Integrada de Frutas do Brasil**. Brasília, DF: MAPA-SARC, 2002. 60p.
- ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. **Desenvolvimento e Conquistas da Produção Integrada de Frutas no Brasil – até 2004**. 2005. Brasília, DF. 10p
- CASTILLANO, F. F.; ALMEIDA, G. B. de. Manejo e logística na colheita e pós-colheita na produção integrada de frutas no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. et al. **Produção Integrada de Frutas**. Agropecuária Sustentável Alimentos Seguros. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília, 2009.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- DECKERS, T. Plant management in integrated fruit production. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 2, 2000, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho, 2000. p. 20-29.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Conquistas da Produção Integrada de Frutas no Brasil. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP. **Informativo Meio Ambiente e Agricultura**. Ano XI, n. 43, nov./dez. 2003.

EMBRAPA PALESTRAS. II Simpósio Nacional do Morango; I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas, 2004. Editores Maria do Carmo Bassols Raseira...[et al.]. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2004. 296p. Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124.

FACHINELLO, J. C.; TIBOLA, C. S.; VICENZI, M.; PARISOTTO, E.; LUCIANO, P.; MATOS, L. T. Produção Integrada de Pêssego: três anos de experiência da Região de Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, Jaboticabal-SP, 2003.

FURTADO, M. R. Brasil assume compromisso com as produção mais limpa. **Química e derivados**. n. 407, São Paulo, ano XXXVII, p. 32-54. ago. 2002

INMETRO, 2009. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 12 dezembro 2009.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 20, DE 27 DE SETEMBRO DE 2001. DIRETRIZES GERAIS PARA A PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS – DGPIF. MAPA 2001. Brasil, DF. 14p

NUNES, J. L. da S. **Estudo comparativo de sistemas de produção integrada e convencional de pessegueiro**. Dissertação de mestrado em Fitotecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Porto Alegre. 2003.

PROTAS, J. F. da S.; SANHUEZA, R. M. V. **Normas Técnicas e Documentos de Acompanhamento da Produção Integrada de Maçã** - 2º Versão. 2004. Série Documentos, 33.

SANHUEZA, R. M. V.; PROTAS, J. F. S. **Produção Integrada de Frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa EMBRAPA/CNPV. 2003. 21-33.192 p.

SANHUEZA, R. M. V. Outras estratégias de pesquisa e desenvolvimento na produção integrada de frutas. In: SEMINÁRIO SOBRE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 2., 2000, Bento Gonçalves.

SANSAVINI, S. Dalla frutticoltura integrata alla "Qualità Totale" della frutta. **Rivista di Frutticoltura**, n.3, Bologna-Italia, p.13-23, 1995.

SANSAVINI, S. La rintracciabilità delle produzioni ortofrutticole. Editorial. **Rivista di Frutticoltura**, n. 1, Bologna-Italia, p. 5-7, 2002.

SILVA, J. C. T. da; SILVA, M. S. T.; MANFRINATO, J. W. de S. Correlação entre gestão da tecnologia e gestão ambiental nas empresas. **Revista Produção**, n. 2, São Paulo, v. 15, Aug. 2005.

UNEP, 2009. Basics of Cleaner Production. ACME – Applying Cleaner Production to Multilateral Environmental Agreements. United Nations Environment Program. Division of Technology Industry and Economy. 2009. Disponível em:

<[http://www.unep.fr/shared/publications/cdrom/DTIx0899xPA/session02_Cleaner_Production.ppt#256,1,Basics of Cleaner Production](http://www.unep.fr/shared/publications/cdrom/DTIx0899xPA/session02_Cleaner_Production.ppt#256,1,Basics%20of%20Cleaner%20Production)>. Acesso em: janeiro 2009.

Tipo de Produção: Resumo completo

Título do Texto: A Produção Integrada de Frutas no Brasil e sua Interface com a Produção Mais Limpa

Autores: L. P. Vendrametto, C. A. Di Agustini, S. H. Bonilla

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP - Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção e Meio Ambiente: Cálculo de Indicadores de Sustentabilidade para Tomada de Decisão

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

**AS RELAÇÕES ENTRE ESTRATÉGIAS DA MANUTENÇÃO
E SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL: UM ENFOQUE
REFLEXIVO NO MODELO ENTRADA-TRANSFORMAÇÃO-SAÍDA**

José Barrozo de Souza ^a, José Benedito Sacomano ^b, Sergio Luiz Kyrillos ^c, Francisco José Santos Milreu ^d, João Depoli Barrozo de Souza ^e

a. Universidade Paulista, São Paulo, josebarrozo@gmail.com

b. Universidade Paulista, São Paulo, sacomano@terra.com.br

c. Universidade Paulista, São Paulo, sergiolalupe@greco.com.br

d. Universidade Paulista, São Paulo, milreu@uol.com.br

e. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, jbarrozo@hotmail.com

Resumo: Atingir o desenvolvimento sustentável, com foco na sustentabilidade empresarial na produção, requer uma visão holística que abrange tanto o produto e/ou serviço, processos e operações, quanto sistemicamente toda a cadeia, incluindo os sistemas de fabricação do produto em vários ciclos de vida e o sistema de gerenciamento da manutenção. Isso requer modelos melhorados, indicadores para avaliação da sustentabilidade e técnicas de otimização no processo, produto e conhecimento dos níveis do sistema (modelo entrada-transformação-saída). Este artigo apresenta uma visão geral das tendências mais recentes e novos conceitos no desenvolvimento de produtos e sistemas sustentáveis, considerando as relações entre as estratégias da manutenção e sustentabilidade empresarial. Para atender aos objetivos do artigo a pesquisa foi conduzida por um procedimento metodológico combinando duas técnicas para coleta de dados, sendo, a saber: a pesquisa bibliográfica e a realização do trabalho de campo, através do envio de e-mails aos pesquisadores e especialistas, quando foram coletadas as suas considerações sobre as relações entre as estratégias da manutenção e sustentabilidade empresarial. Diante desse panorama, o resultado esperado é apresentar uma visão ampla das relações entre as estratégias da manutenção e sustentabilidade empresarial e os reflexos destas relações no modelo entrada-transformação-saída, a fim de contribuir no avanço da evidenciação da sustentabilidade empresarial como uma fonte de vantagem competitiva.

Palavras-chave: Manutenção, Sistema produtivo, Sustentabilidade empresarial

1 Introdução

A academia e uma grande parcela da indústria brasileira caminham rumo ao desenvolvimento sustentável, com foco na sustentabilidade empresarial. Esse propósito oferece oportunidades de novos negócios, aumento da capacidade assimilativa dos ecossistemas e da regeneração dos recursos naturais, promovendo por parte da empresa uma apreciável redução da aceleração do desgaste imposto ao meio ambiente.

Nesse contexto, Resende e Santos (2006) destacam que a atenção ao meio ambiente mediante um desenvolvimento sustentável, gera medidas responsáveis, como responsabilidade social, transparência, eco eficiência e eco produtos, propiciando à empresa conciliar viabilidade econômica e ganhos socioambientais.

Nesse sentido, o conceito de desenvolvimento sustentável, focado na sustentabilidade empresarial manifesta-se propondo uma nova visão empresarial, ou seja, nova reconfiguração político-estratégica da organização pelo uso de novas práticas e gestão dos seus ativos físicos, sistemas produtivos, instalações e equipamentos, com elevados níveis de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade.

Corroborando Moubrey (1997), Palmer (1999), Takata et al. (2004) e Muller et al. (2008) apontam a importância das estratégias da manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída que se vêm se expandindo, para proporcionar disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade, preservando a função dos ativos e contribuindo para a implementação dos objetivos de desempenho da função produção, e garantir a competitividade da empresa, e muito recentemente, sem agressões ao meio ambiente.

Diante desse panorama, o resultado esperado é apresentar uma visão ampla das relações entre as estratégias da manutenção e sustentabilidade empresarial e os reflexos destas relações no modelo entrada-transformação-saída, para contribuir no avanço da evidência da sustentabilidade empresarial como uma fonte de vantagem competitiva.

1.1 Estratégias da manutenção

A estratégia de manutenção em longo prazo é geralmente visto da perspectiva de políticas e conceitos de manutenção. Por exemplo, é definido em termos de manutenção corretiva (reativa), preventiva e preditiva (KEVIN e PENLESKY, 1988), (COOKE, 2003). Swanson (2001), explica os três tipos de estratégias de manutenção: estratégia reativa, estratégia proativa (manutenção preventiva e preditiva), e estratégia agressiva (TPM – *Total Productive Maintenance*).

No entanto, a nosso ver, essas políticas de manutenção e os conceitos formam um dos vários elementos das estratégias da manutenção. A lista desses elementos é apresentada na Tabela 1. Assim, as estratégias da manutenção podem ser definidas em um nível de hierarquia funcional.

As estratégias podem ser definidas como padrão coerente, unificadora e integradora das decisões em diferentes elementos de manutenção estratégia em congruência com as estratégias de nível de produção, empresas e negócios; determina e revela o propósito organizacional, define a natureza das contribuições econômicas e não econômicas que tenciona fazer para a organização como um todo. Essa definição está baseada na definição dada por Hax e Majluf (1991).

Tabela 1 – O resumo dos elementos de decisão das estratégias da manutenção

Elementos estruturais de decisão da capacidade de manutenção	Capacidade em termos de força de trabalho, supervisão e gestão de pessoal.
Manutenção de instalações	Padrões de deslocamento da força de
Tecnologia da manutenção	trabalho, contratação temporária de mão
Integração vertical	de obra.
	Ferramentas, equipamentos, peças sobressalentes, especialização da força de trabalho (mecânicos, eletricitas, etc), localização da força de trabalho.
	Manutenção preditiva ou tecnologia de monitoramento de condição, sistemas especialistas e tecnologia de manutenção (manutenção inteligente).
	Manutenção versus terceirização e relações com fornecedores.
Elementos de infra-estrutura de decisão	
Organização da manutenção	Organização da estrutura (centralizada, descentralizada ou mista) e responsabilidades.
Políticas e concepções da manutenção	
Sistemas de Planejamento e Controle da Manutenção	
Recursos humanos	Políticas como a manutenção corretiva, preventiva e preditiva. Conceitos como
Modificações da manutenção	Manutenção Produtiva Total (TPM),
Manutenção de sistema, de medição de	

desempenho de recompensa	<p>Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM).</p> <p>Planejamento da Manutenção e de atividades (tarefas), a programação.</p> <p>Controle de peças de reposição, custos, etc</p> <p>Sistema Computadorizado de Gestão da Manutenção (CMMS).</p> <p>As políticas de recrutamento, formação e desenvolvimento da força de trabalho e pessoal. Cultura e estilo de gestão.</p> <p>Manutenção, modificações, melhorias dos projetos de equipamentos, instalações, de novos equipamentos e suporte ao projeto de nova máquina.</p> <p>Reconhecimento de desempenho, relatórios e sistemas de recompensa</p>
--------------------------	--

Fonte: S.K. Pinjala et al. / Int. J. Production Economics 104 (2006) 214–229

A forma como esses elementos estratégicos de manutenção são gerenciados ou utilizados pode ter um impacto sobre as dimensões operacionais de custo, sustentabilidade, qualidade e flexibilidade. Uma manutenção eficaz é aquela que satisfaz as necessidades do negócio e dos clientes, cumprindo as regras para a sustentabilidade empresarial do negócio: o gerenciamento de uma empresa com vários equipamentos. Uma diversidade de decisões de manutenção deve ser feita ao longo do tempo (S. K. PINJALA et al. 2006). A Fig. 1 mostra os critérios para avaliar uma estratégia da manutenção.

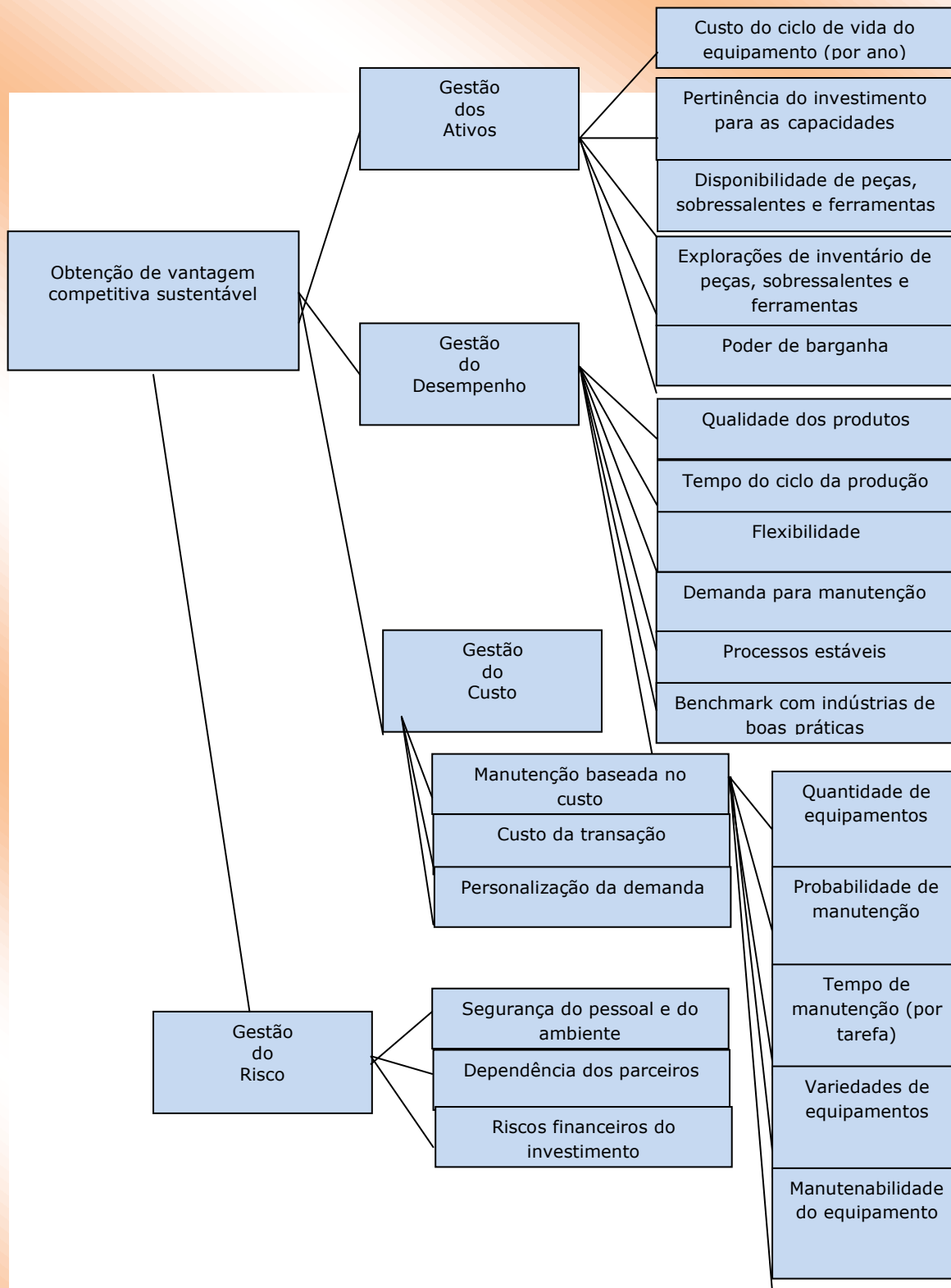


Fig. 1. Critérios para avaliar uma estratégia de manutenção.

Fonte: Stefan Gassner (2007)

Por exemplo, para garantir a vantagem competitiva sustentável, os critérios e subcritérios são mostrados na Fig. 1, Todavia é necessário abordar os direcionadores do valor do cliente, as

capacidades e expectativas das partes interessadas (*stakeholders*), e portanto, representam os principais critérios.

1.2 O modelo entrada-transformação-saída

Para nossas aplicações e nossos objetivos, vamos considerar que sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados com um objetivo comum, ou seja, todo sistema compõe-se de três elementos básicos: as entradas (*inputs*), as saídas (*outputs*) e as funções de transformação.

Para Martins e Laugeni (2005), os inputs (entradas) são os insumos, ou seja, o conjunto de todos os recursos necessários, tais como instalações, capital, mão de obra, tecnologia, energia elétrica, informações e outros. Eles são transformados em outputs pelas funções de transformação gerando os produtos manufaturados, serviços prestados e informações fornecidas.

Então, qualquer operação produz bens ou serviços, ou um misto dos dois, e faz isso por um processo ou funções de transformação. Por funções de transformação nos referimo-nos ao uso de recursos para mudar o estado ou condições de algo para produzir outputs (saídas). Qualquer atividade de produção pode ser interpretada conforme o modelo entrada-transformação-saída, mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Algumas operações descritas como processo de entrada-transformação-saída.

Operação	Entrada	Transformação	Saída
Linha aérea	Avião Pilotos e equipe de bordo Equipe de terra Passageiros e carga	Transporte de passageiros Transporte de carga pelo mundo	Passageiros e carga transportados
Gráfica	Impressoras e desenhistas Prensas de impressão Papel, tinta etc.	Projeto gráfico Impressão Encadernação	Material desenhado e impresso
Polícia	Oficiais de polícia Sistema de computador Informação Público (defensores da justiça e criminosos)	Prevenção de crimes Solução de crimes Prisão de criminosos	Sociedade justa Público com sentimento de segurança

Fonte: Slack, N. et al. (2008)

1.3 Sustentabilidade empresarial

Na concepção desse artigo, entendem-se, por sustentabilidade empresarial, planos que contenham ações e tarefas com o propósito de mitigar os impactos ambientais com o uso de indicadores.

Odum (1998) revela que alcançar a sustentabilidade implica caminhar rumo ao desenvolvimento sustentável. Esse conceito surgiu da constatação de que a capacidade assimilativa dos ecossistemas e da regeneração dos recursos naturais ocorria em índices incompatíveis com o acelerado desgaste imposto à natureza, inspirando o surgimento de um novo conceito de desenvolvimento, também conhecido como desenvolvimento sustentável.

Segundo WBSCD (2000), a ecoeficiência é um dos conceitos a serem seguidos para alcançar a sustentabilidade empresarial, porém, considera dois dos seus quatro elementos, a economia e a ecologia, não inserindo o componente social e de inovação tecnológica. Portanto, a ecoeficiência por si só não é suficiente, sendo um dos instrumentos a ser utilizado para o desenvolvimento sustentável.

Diante desse panorama, as empresas passam a se reestruturar para se adequar a essa nova percepção. As pressões sociais e restrições impostas fazem que as empresas sejam forçadas a buscar formas de reduzir seu impacto ambiental e a melhorar sua imagem ante a sua responsabilidade social. Nesse sentido, muito tem sido feito para a sustentabilidade do setor produtivo (CORAL, 2002). A Fig. 2 apresenta um modelo de sustentabilidade empresarial.

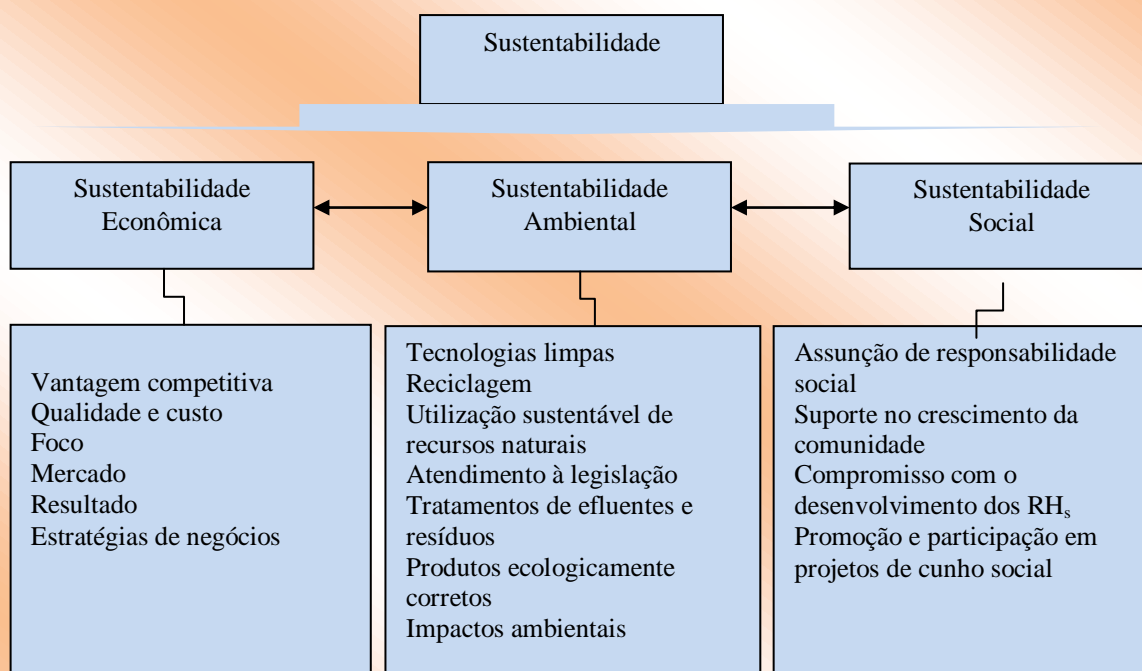


Fig.2. Modelo de sustentabilidade empresarial. Fonte: Coral (2002)

Segundo Coral (2002) o conceito do tripé da sustentabilidade tornou-se amplamente conhecido entre as empresas e os pesquisadores, sendo uma ferramenta conceitual útil para interpretar as interações extraempresariais e especialmente para ilustrar a importância de uma visão da sustentabilidade mais ampla, além de uma mera sustentabilidade econômica.

2 Metodologia e resultados

Para a maioria dos autores, o método científico é uma sequência lógica de procedimentos que se deve seguir para a consecução de um objetivo. Mas, segundo Kuhn (1981), a pesquisa eficaz raramente começa antes que uma comunidade científica pense ter adquirido respostas seguras para perguntas como as seguintes: Quais são as entidades fundamentais que compõem o universo de pesquisa? Como interagem essas entidades umas com as outras e com os sentidos? Que questões podem ser legitimamente feitas a respeito de tais entidades e que técnicas podem ser empregadas na busca de soluções?

Para atender aos objetivos deste artigo a pesquisa foi conduzida por um procedimento metodológico combinando duas técnicas para coleta de dados, a saber: a pesquisa bibliográfica e a realização do trabalho de campo por meio do envio de e-mails aos pesquisadores e especialistas, quando foram coletadas as suas considerações sobre as relações entre as estratégias da manutenção e sustentabilidade empresarial. A metodologia da pesquisa seguiu a definição de um modelo conceitual como referência, conforme mostrado na Fig. 3, oriunda dos resultados obtidos das considerações apresentadas pelos pesquisadores e especialistas durante o trabalho de campo.

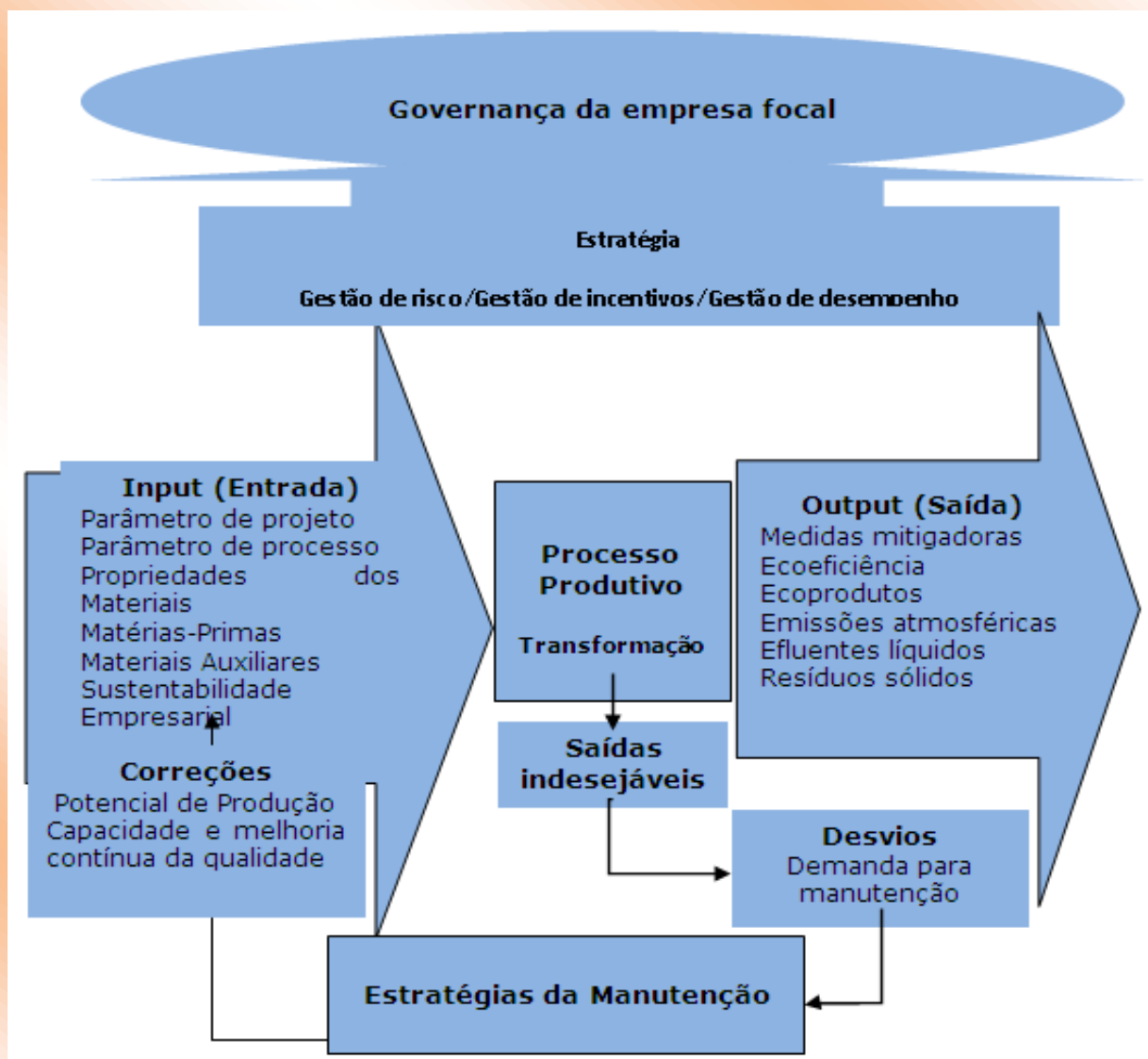


Fig. 3 – Visão holística do processo produtivo.

Diante deste panorama, o resultado esperado é apresentar uma visão ampla das relações entre as estratégias da manutenção e sustentabilidade empresarial e os reflexos destas relações no modelo entrada-transformação-saída, como forma de contribuir no avanço da evidenciação da sustentabilidade empresarial como uma fonte de vantagem competitiva.

4 Considerações finais

Com base no processamento e análise dos dados coletados da revisão bibliográfica e, principalmente, nas considerações apresentadas pelos pesquisadores e especialistas consultados, foi possível organizar as considerações finais abaixo descritas.

Neste artigo, procurou-se levantar reflexões diante das possibilidades das estratégias da manutenção de contribuir para a sinergia e para o sucesso da sustentabilidade empresarial. Isso pode ser realizado ao pesquisar e vincular as relações das estratégias da manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída (ver Fig. 3).

Para chegarmos a essas considerações analisamos também as relações das estratégias da manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída, identificando as possibilidades de uma empresa ter nos seus sistemas produtivos altos níveis de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade, isto é, associando estas estratégias da manutenção com a estratégia da produção (ver Fig. 3).

As considerações apresentadas com base no trabalho de campo mostraram que as interfaces se interpenetram e, em muitas situações, as funções analisadas funcionam de forma integrada. A dimensão de trabalho integrado necessita que os parâmetros estruturais, as estratégias e o roteiro de projeto organizacional reflitam também na organização das interfaces.

Neste artigo, apresentamos três políticas de manutenção: a primeira a política reativa (corretiva), a segunda, a proativa e a terceira, a agressiva. Trata-se de políticas baseadas em uma perspectiva do sistema de gestão da manutenção e de seus componentes de valores, metodologias e ferramentas, ou seja, caminhar de um estado reativo para um estado mais proativo da Gestão da Manutenção.

O trabalho de campo revelou que para aumentar os níveis de relações entre as estratégias da manutenção e a sustentabilidade empresarial é necessário que os gestores tenham conhecimento dos fatores que influenciam o desempenho da Gestão da Manutenção.

Diferentes estratégias da manutenção dentro de um esquema de otimização devem ser avaliadas por objetivos e interesses, normalmente lucro, redução do custo total, confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade do sistema, instalações e equipamentos para a eficácia da Gestão da Manutenção, na interface do modelo entrada-transformação-saída.

Conforme considerações dos pesquisadores e especialistas consultados, sob o aspecto da produção, privilegiar as estratégias de manutenção confiabilidade, disponibilidade e a manutenibilidade do sistema, instalações e equipamentos significa eliminar a disputa pelo equipamento entre a Manutenção e a Operação porque a Gestão da Manutenção está incorporada ao planejamento.

A pesquisa bibliográfica identificou que o nível de degradação do sistema só pode ser conhecido mediante a inspeção periódica. O monitoramento baseado na condição, complementado por uma política de manutenção proativa pode levar a uma solução eficaz do sistema, portanto produzindo medidas mitigadoras e gerando ecoeficiência (ecoprodutos).

O trabalho de campo mostrou que é importante focar a questão dos “*trade-offs*” entre os critérios competitivos, o que se caracteriza por analisar as incompatibilidades entre dois ou mais critérios, ou seja, as situações em que a melhoria de um critério poderá implicar um impacto negativo sobre o outro.

Um “*trade-off*” entre custo total (desenvolvimento econômico), desenvolvimento sustentável tem de ser alcançado para a obtenção da eficácia ótima da Gestão da Manutenção. Os resultados mostraram que existem relações entre as estratégias da manutenção e sustentabilidade empresarial, pois os indicadores de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade efetivamente são um caminho para a sustentabilidade empresarial de que uma empresa necessita em seus sistemas produtivos, como uma fonte geradora de vantagem competitiva. Portanto, pode ser útil para os gestores na elaboração adequada das estratégias da manutenção em diferentes contextos.

Outro aspecto importante identificado na pesquisa refere-se às práticas sociais sustentáveis, pois a empresa que está planejando a sustentabilidade empresarial não pode negligenciar a prática da responsabilidade social, focada na melhoria contínua da qualidade de vida dos seus colaboradores e da comunidade, bem como a transparência social em todos os níveis da organização.

De forma geral, esperamos que os pontos analisados no presente artigo fossem capazes de subsidiar novos trabalhos, essencialmente aqueles focados aos novos padrões sustentáveis de produção.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da comunidade de pesquisadores e especialistas que direta ou indiretamente, colaboraram para o desenvolvimento deste estudo.

E com uma deferência muito especial, desejamos reconhecer o excelente e meticuloso serviço prestado pelos *referees* anônimos, o que contribuiu, de maneira expressiva, para a forma final deste artigo.

Referências

- Cooke, F.L., 2003. Plant maintenance strategy: Evidence from four British manufacturing firms. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 9 (3), 239–249.
- Coral, Elisa., 2002. Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial. 282f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

- Hax, A. C., Majluf, N. S., 1991. *The Strategy Concept and Process – A Pragmatic Approach*. Prentice-Hall International, Inc., New York.
- Kevin, F.G., Penlesky, R.J., 1988. A framework for developing maintenance strategies. *Production and Inventory Management Journal (First Quarter)*, 16–21.
- Kuhn, T.S., 1981. *A estrutura das revoluções científicas*, São Paulo, perspectiva.
- Martins, Petrônio Garcia., Laugeni, P. F., 2005. *Administração da Produção*, 2. Ed. São Paulo.
- Moubray, J., 1997. *Reliability-centered maintenance*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Muller, A.; Crespo Marquez, A.; Iung, B., 2008. On the concept of e-maintenance: review and current research. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 93, p. 1165-1187.
- Odum, E. P., 1998. *Ecologia*, Ed. Guanabara.
- Palmer, D., 1999 *Maintenance planning and scheduling handbook*. N.Y.: McGraw-Hill.
- Rezende, I.A.C.; Santos, L.S.R. Análise da rentabilidade e performance dos investimentos socialmente responsáveis: um estudo empírico no mercado brasileiro. In: ENANPAD, 30., 2006, Salvador. Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2006.
- S.K. Pinjala, Liliane Pintelon, Ann Vereecke., 2006. An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies. *Int. J. Production Economics* 104, 214–229.
- Slack N., Chambers S., Johnston R., 2008. *Administração da Produção*, 2. Ed. São Paulo.
- Stefan Gassner., 2007. *Deriving maintenance strategies for cooperative alliances – a value chain approach*. Germany.
- Swanson, L., 2001. Linking maintenance strategies to performance. *International Journal of Production Economics* 70, 237–244.
- Takata, S. et al., 2004. Maintenance: changing role in life cycle management. *CIRP ANNUALS – Journal of Manufacturing Technology*, v. 53, n. 2, p. 643-655.
- WBSCD, 2000. *Measuring eco-efficiency – A guide to reporting company performance*.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: *As relações entre as estratégias da manutenção e sustentabilidade empresarial: Um enfoque reflexivo no modelo entrada-transformação-saída*

Autores: J. B. de Souza, J. B. Sacomano

Coautores: S. L. Kyrillos, F. J. dos S. Milreu, J. D. B. de Souza

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *Anais do 3º International Workshop Advances in Cleaner Production*

Local da Publicação: São Paulo, SP, Brasil

Mês e Ano da Publicação: maio 2011

Total de páginas: 10 p.

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operações

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Planejamento e Controle da Produção em Redes de Empresas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

ANÁLISE, EM EMERGIA, DO COMPORTAMENTO DAS RESERVAS DE ARGILA, GIPSITA E CALCÁRIO SOB O PONTO DE VISTA DO *DEFICIT* POPULACIONAL BRASILEIRO

J. G. A. Carvalho ^a, S. H. Bonilla ^b

a. Universidade Paulista – São Paulo – carvalhojga@uol.com.br

b. Universidade Paulista – São Paulo – bonilla@unip.br

Resumo: Este estudo aplica a contabilidade ambiental em emergência para avaliar o comportamento das reservas de argila, gipsita e calcário quando é prevista a construção de 4,468 milhões de habitações (*deficit* populacional urbano brasileiro). Através de três alternativas construtivas (blocos de tijolo de barro, blocos de concreto e blocos de gesso) são avaliados os efeitos nas reservas de argila, gipsita e calcário. A alternativa com blocos de concreto é a que possui um menor impacto (investimento) em emergência nas três reservas estudadas.

Palavras-chave: Emergência, contabilidade ambiental, construção, reservas minerais, *deficit* populacional.

1 Introdução

O *deficit* habitacional brasileiro, em 2008, ficou em torno de 5,572 milhões de novas moradias (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010). Desse número, cerca de 83% corresponde à incidência da necessidade de habitações na área urbana. Os levantamentos mostram que aproximadamente 89,6% do total do *deficit* habitacional urbano correspondem a famílias com rendimento inferior a três salários mínimos. Políticas públicas do Governo Federal, como incentivo ao crédito imobiliário, o Programa Minha Casa Minha Vida (Governo Federal) e o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) têm como objetivo a diminuição destes níveis.

O setor de construção civil no Brasil contribui com 8% do total de pessoas empregadas e pelo consumo de argila, gipsita e calcário, respectivamente, com 65%, 96% e 67% da extração anual destes minerais (ANUÁRIO MINERAL, 2006). No mundo, este setor responde, aproximadamente, pela utilização de 30 a 40% dos recursos naturais extraídos (PULSELLI et al., 2007).

Neste estudo foi aplicada a Contabilidade Ambiental em emergência para analisar o comportamento das reservas de argila, gipsita e calcário, através de três diferentes métodos construtivos, quando projetada a execução de todas as habitações necessárias para não haver *deficit* populacional numa determinada faixa de renda.

2 Metodologia

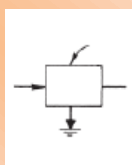
2.1 Fundamentos teóricos da métrica em emergia

A análise em emergia (ODUM, 1996) (escrita com *m*) é utilizada nesse estudo como ferramenta para avaliar os três principais recursos utilizados na alvenaria da construção de uma casa e o comportamento das reservas destes recursos, já que, por conceito, seu valor incorpora todos os recursos e serviços utilizados, direta ou indiretamente, na obtenção de um produto, processo ou serviço, incluindo os recursos do meio ambiente, economia e trabalho humano.

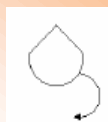
A ferramenta de contabilidade em emergia permite a conversão de todas as contribuições recebidas pelo sistema produtivo (mão de obra, recursos naturais, informações, dinheiro) em uma base (unidade) única de medida: o joule de energia solar, representado por sej. Pode-se comparar os sistemas em estudo quanto à eficiência no uso dos recursos, produtividade, carga ambiental e sustentabilidade global.

A contabilidade em emergia usa a energia solar incorporada (emergia) como base de medida e compatibiliza todos os processos necessários para obtenção dos insumos, inclusive a energia obtida da natureza que outras metodologias não consideram. A transformidade define a quantidade de emergia (sej) necessária para a obtenção de um joule de um produto, serviço ou processo, e sua unidade é sej/J. Quando os dados estão em unidades de massa (g), volume (m³) ou dinheiro (\$) usa-se o termo emergia por unidade em vez de transformidade e as unidades/transformidades são sej/g, sej/m³ ou sej/\$, respectivamente. A cada processo avaliado, as emergias por unidade/transformidade anteriormente calculadas, retiradas da literatura, são utilizadas como um modo prático de determinação da emergia (sej) dos produtos ou serviços.

Numa primeira etapa da análise em emergia deve-se construir um diagrama com todos os fluxos de energia e de materiais que entram e saem do sistema. Define-se a fronteira do sistema e todas as fontes de energia e materiais que o alimentam. A metodologia utiliza símbolos próprios (vide Quadro 1) para a representação dos diversos componentes do sistema em estudo. Neste trabalho são utilizados os seguintes símbolos abaixo:



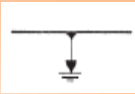
O símbolo na forma de “caixa” tem uso múltiplo. Indica uma unidade ou função usada no sistema. A caixa pode ser preta (quando somente se conhecem os fluxos de entrada e saída), cinza (quando se conhecem os principais fluxos internos e os fluxos de entrada e de saída) e branca (quando se conhecem com detalhes todos os fluxos e suas interações).



Este símbolo representa a formação de um estoque de energia como uma das saídas deste sistema.



As setas representam os fluxos de energia, cuja vazão é proporcional ao volume do estoque ou à intensidade da fonte que o produz.



O sumidouro de energia é representado por este símbolo. O sistema usa a energia potencial para produzir trabalho. O custo desta transformação é a degradação da energia, a qual abandona o sistema como energia de baixa qualidade. Todos os processos da biosfera dispersam energia.

Quadro 1 – Símbolos utilizados na construção do diagrama de energia dos sistemas (Odum,1996)

A partir do diagrama, efetua-se a construção de uma tabela (após a realização de um inventário) com todas as entradas de energia e materiais do sistema. Nesta etapa selecionam-se as energias por unidade e/ou transformidades para o cálculo da emergia.

Na sequência, os resultados são interpretados, e alguns indicadores podem ser calculados. Os indicadores são ferramentas utilizadas para simplificar informações, permitindo comparar resultados. Neste trabalho não é realizado o cálculo de indicadores.

No item 2.2, Coleta de Dados, é apresentada a forma como os dados são coletados e a forma como serão utilizados.

2.2 Coleta de Dados

Para o estudo realizado, foram considerados os dados do relatório anual mineral brasileiro, onde se apresenta as reservas lavráveis nacionais para argila, gipsita e calcário, e o consumo anual destes recursos por setor produtivo. No *site* do Ministério das Cidades (MINISTÉRIOS DAS CIDADES, acesso em 2010) é apresentado o *deficit* habitacional brasileiro para todos os estados e faixas de rendas.

Na avaliação do comportamento das reservas de argila, gipsita e calcário foram utilizados os valores obtidos para três alternativas construtivas (CARVALHO, 2010) de um padrão de casa, tipo R1-B (ABNT NBR 12721:2006), que atende à necessidade de famílias com renda até cinco salários mínimos.

As alternativas construtivas (CARVALHO, 2010) são:

- a) Casa alternativa 1. Consideram-se as construções com fechamentos internos e externos em alvenarias e tijolos de barro com 8 furos (popularmente chamado de tijolo baiano).
- b) Casa alternativa 2. Consideram-se as construções com fechamentos internos e externos executados em alvenarias de bloco de concreto.

c) Casa alternativa 3. Consideram-se as construções com fechamentos internos e externos executados com alvenarias de bloco de gesso.

2.3 Considerações feitas para estudo

I. Considera-se que para o cimento, 75% da massa é composta por calcário, 20% por argila e 5% de gesso. Estas composições são muito variáveis, já que o principal composto do cimento é o clínquer e este é composto basicamente por calcário e argila.

II. As massas dos materiais utilizados são as mesmas das matérias primas extraídas.

III. São utilizadas as reservas lavráveis (FUNDESPA, acesso em 2010) e o consumo bruto dos materiais.

IV. As energias específicas adotadas para as reservas de calcário, argila e gipsita são iguais às adotadas para os materiais cimento, argila e gesso.

3 Resultados e Discussão

3.1 Diagrama de energia dos sistemas

O diagrama que representa o estoque das reservas dos minerais e o consumo destes, através das três diferentes formas construtivas, é mostrado na Figura 1. A janela de estudo deste trabalho limita-se ao comportamento dos estoques de reservas minerais de argila, calcário e gipsita.

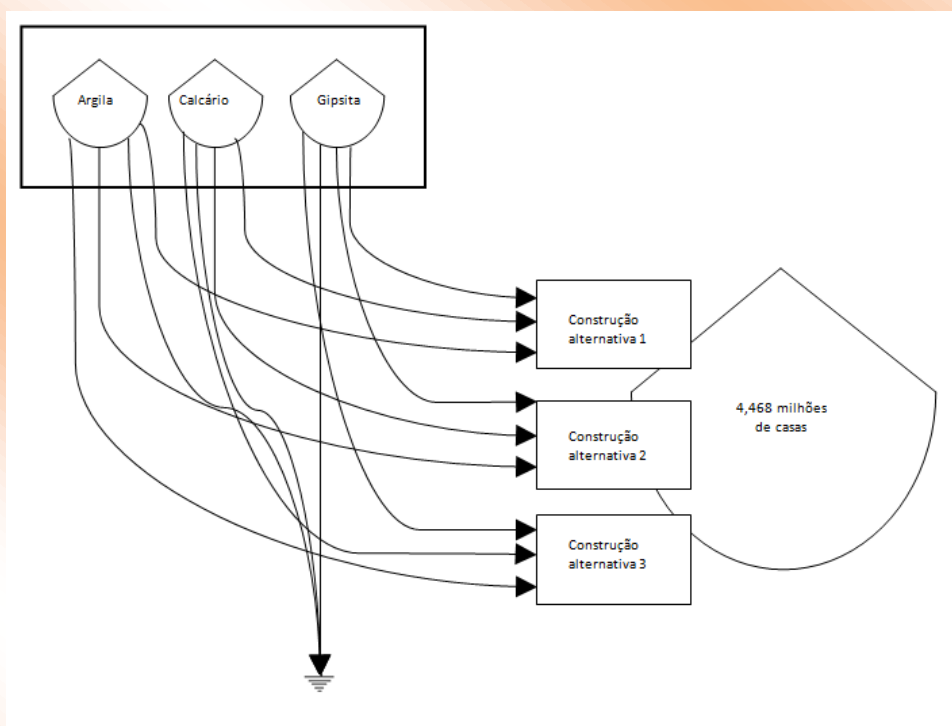


Figura 1 – Diagrama de energia dos sistemas para o comportamento das reservas de argila, calcário e gipsita.

Pelo diagrama da Figura 1 é possível notar que as alternativas construtivas são apresentadas como sistemas independentes e que o produto destes sistemas, quando somado, é o estoque de casas construídas (neste caso o estoque será igual à necessidade para se suprir o *deficit* populacional).

3.2 Contabilidade em energia das reservas

A Tabela 1, a seguir, apresenta os quantitativos em energia para os estoques (reservas lavráveis) de argila, gipsita e calcário disponíveis no Brasil.

Tabela 1 – Energia total das reservas de Argila, Calcário e Gipsita

Recursos	Massa dos estoques (reservas) (kg) ⁽¹⁾	Energia Específica (sej/kg) ⁽²⁾	Energia total em estoque (sej) ⁽³⁾
Argila	3,79E+12	4,80E+12	1,82E+25
Calcário	4,35E+13	3,04E+12	1,32E+26
Gipsita	6,57E+11	3,29E+12	2,16E+24

(1) Massa das reservas lavráveis do ano 2006 (ANUÁRIO MINERAL, 2006). (2) Energia específica da literatura (PULSELLI et al., 2007; PULSELLI et al., 2008). (3) Energia total em estoque = Massa dos estoques x Energia específica.

O *deficit* populacional brasileiro concentra-se principalmente nas moradias destinadas às faixas de renda inferiores a cinco salários mínimos. O modelo proposto pela NBR 12721, padrão R1B, atende à necessidade desta faixa de renda. Desta forma, considerando:

- (a) o *deficit* habitacional;
- (b) a concentração deste *deficit* em áreas urbanas;
- (c) a faixa de renda atendida pela tipologia R1B

Tem-se:

Número de casas consideradas para estudo = *Deficit* populacional x porcentagem de concentração em áreas urbanas x (porcentagem na faixa de renda de até três salários mínimos + porcentagem na faixa de renda de três a cinco salários mínimos) = 5,572 milhões x 83% x (89,6% + 7,0%) = 4,468 milhões de casas.

A Tabela 2 apresenta os valores em emergia considerando a construção de 4,468 milhões de moradias, para as três alternativas construtivas propostas.

Tabela 2 – Emergia para a construção de 4,468 milhões de casas em cada uma das alternativas construtivas.

Recursos	Emergia Específica (sej/kg) ⁽¹⁾	Massa Unitária Alternativa 1 (kg) ⁽²⁾	Massa Total Alternativa 1 (kg) ⁽³⁾	Emergia total para Alternativa 1 (sej) ⁽⁴⁾	Massa Unitária Alternativa 2 (kg) ⁽⁵⁾	Massa Total Alternativa 2 (kg) ⁽⁶⁾	Emergia total para Alternativa 2 (sej) ⁽⁷⁾	Massa Unitária Alternativa 3 (kg) ⁽⁸⁾	Massa Total Alternativa 3 (kg) ⁽⁹⁾	Emergia total para Alternativa 3 (sej) ⁽¹⁰⁾
Argila	4,80E+12	1,07E+04	4,78E+10	2,29E+23	1,98E+03	8,85E+09	4,25E+22	9,28E+02	4,15E+09	1,99E+22
Calcário	3,04E+12	6,32E+03	2,82E+10	8,58E+22	7,43E+03	3,32E+10	1,01E+23	4,64E+03	2,07E+10	6,30E+22
Gipsita	3,29E+12	5,14E+02	2,30E+09	7,56E+21	5,88E+02	2,63E+09	8,64E+21	1,21E+04	5,41E+10	1,78E+23

(1) Emergia específica da literatura (PULSELLI et al., 2007; PULSELLI et al., 2008). (2) Massa unitária (construção de uma casa) considerando a alternativa 1 (blocos de tijolo baiano). (3), (6), (9) Massa total = massa unitária x 4,468 milhões de casas. (4), (7), (10) Emergia total para alternativa = Massa total da alternativa x Emergia específica. (5) Massa unitária (construção de uma casa) considerando a alternativa 2 (blocos de concreto). (8) Massa unitária (construção de uma casa) considerando a alternativa 3 (blocos de gesso).

Com base nas Tabelas 01 e 02, apresenta-se a Tabela 3, que demonstra, em emergia, o comportamento das reservas após a utilização destes recursos para a construção de casas.

Tabela 3 – Emergia das reservas de argila, calcário e gipsita após a construção de 4,468 milhões de casas.

Recursos	Energia Total da reserva (sej) ⁽¹⁾	Energia total para Alternativa 1 (sej) ⁽²⁾	Energia da reserva pós Alternativa 1 (sej) ⁽³⁾	Energia total para Alternativa 2 (sej) ⁽⁴⁾	Energia da reserva pós Alternativa 2 (sej) ⁽⁵⁾	Energia total para Alternativa 3 (sej) ⁽⁶⁾	Energia da reserva pós Alternativa 3 (sej) ⁽⁷⁾
Argila	1,82E+25	2,29E+23	1,80E+25	4,25E+22	1,81E+25	1,99E+22	1,82E+25
Calcário	1,32E+26	8,58E+22	1,32E+26	1,01E+23	1,32E+26	6,30E+22	1,32E+26
Gipsita	2,16E+24	7,56E+21	2,15E+24	8,64E+21	2,15E+24	1,78E+23	1,98E+24

(1) Emergia da reserva (retirado da coluna 4 da Tabela 01). (2) Emergia total para a alternativa 1, retirado da coluna 5 da Tabela 02. (3) Emergia da reserva após a alternativa 1 = Emergia total da reserva (coluna 2) – Emergia total para alternativa 1 (coluna 3). (4) Emergia total para a alternativa 2, retirado da coluna 8 da Tabela 02. (5) Emergia da reserva após a alternativa 2 = Emergia total da reserva (coluna 2) – Emergia total para alternativa 2 (coluna 5). (6) Emergia total para a alternativa 3, retirado da coluna 11 da Tabela 02. (7) Emergia da reserva após a alternativa 3 = Emergia total da reserva (coluna 2) – Emergia total para Alternativa 3 (coluna 7).

Percebe-se que pela Tabela 3, os impactos causados pelas construções é pequeno em relação às jazidas existentes. A maior variação encontrada é a da reserva de gipsita, quando a alternativa construtiva adotada é a “3”, que se reduz para 92% do valor inicial. Porém, tendo em vista que estes três recursos não são renováveis, o menor consumo em energia total pode ser um dos parâmetros para se escolher a alternativa menos prejudicial. Desta forma, apura-se qual alternativa possui uma menor quantidade de investimento para obtenção de um mesmo produto, a construção de 4,468 milhões de casas.

A energia total para a alternativa 1 é de $3,23 \times 10^{23}$ sej. Para a alternativa 2 o total em energia foi de $1,52 \times 10^{23}$ sej. Já a alternativa 3 possui um investimento em energia de $2,61 \times 10^{23}$ sej. Por estes valores é possível afirmar que a construção de 4,468 milhões de casas, através da alternativa 2, considerando o efeito nas reservas de argila, calcário e gipsita é a melhor opção. Em seguida vem a alternativa 3 e, por último, a alternativa 1.

A Figura 2 apresenta o gráfico em porcentagem de energia da utilização das reservas para as diferentes alternativas construtivas.

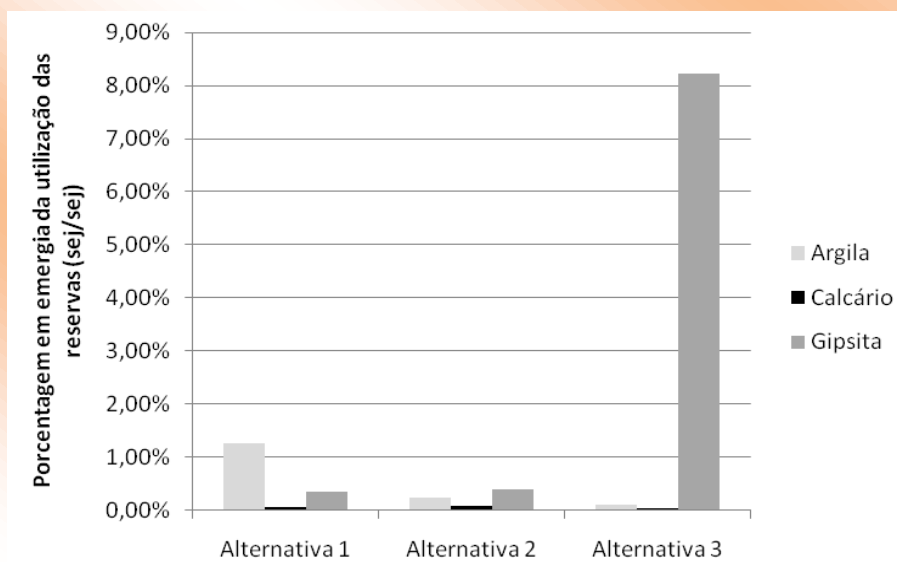


Figura 2 – Gráfico da porcentagem em energia da utilização das reservas conforme alternativa construtiva. Representação das reservas de Argila, Calcário e Gipsita.

Pela Figura 2 nota-se que a alternativa 2 é a que divide em porcentagens mais próximas o consumo das reservas de argila, calcário e gipsita, com respectivamente 0,23%, 0,08% e 0,40%. Isto corresponde à porcentagem da reserva que deverá ser utilizada para a construção destas 4,468 milhões de casas.

A reserva de calcário é a que menos sofre com a construção das casas, independentemente da alternativa escolhida. Já as reservas de argila e gesso são mais representativas conforme a alternativa construtiva escolhida, sendo a argila o principal recurso investido nas casas da alternativa 1 e a gipsita na alternativa 3.

Socialmente a necessidade de se construir e suprir o *deficit* populacional obriga-nos a consumir tais recursos não renováveis.

5 Expandindo a Discussão

Uma das formas de minimizarmos o necessário consumo das reservas, para que haja as construções, pode ser avaliada sob outros aspectos.

O primeiro aspecto aqui abordado é a proximidade da região fornecedora dos recursos (calcário, argila e gipsita) e a região onde existe o *deficit* populacional. Um exemplo é a cidade de São Paulo. O *deficit* populacional da região metropolitana de São Paulo é de aproximadamente 511 mil domicílios. Isto corresponde a 11% do *deficit* total apresentado no início deste estudo. O estado de São Paulo possui aproximadamente 30% das reservas de argila, sendo no Brasil, o estado com

maior potencial de utilização deste recurso. A utilização das casas alternativa 1 neste estado pode ser um diferencial na escolha do método construtivo.

Outro exemplo são as reservas de calcário nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná, cujo *deficit* populacional é em torno de 832 mil domicílios, algo próximo de 15% do total brasileiro.

Analisando-se as reservas de gipsita e o *deficit* populacional dos estados da Bahia, Pará e Pernambuco, tem-se um *deficit* de domicílios na ordem de 1,050 milhões, próximo de 19% do *deficit* brasileiro, e uma reserva de gipsita de aproximadamente 95% do total brasileiro. Dessa forma, a construção de casas com blocos de gesso nestes estados pode se tornar viável.

Uma segunda linha de estudos pode trabalhar a relação *deficit* populacional com domicílios vagos. Pelo Ministério das Cidades, há 7,202 milhões de domicílios vagos em condições de habitação ou em construção, sendo que destes 5,234 milhões estão em áreas urbanas. Faltam, no entanto, dados que apresentem a localização, a situação das propriedades e o padrão das mesmas. Um estudo aprofundado nesse tema pode direcionar pesquisas da construção civil focadas em soluções para os *deficits* habitacionais em áreas ligadas a reformas e revitalizações e não para novas construções.

6 Considerações Finais

A contabilidade em energia foi aplicada às reservas de argila, gipsita e calcário para analisar o comportamento das mesmas quando 4,468 milhões de casas são construídas.

As propostas de construção passam por três alternativas diferentes, sendo uma com alvenaria de blocos de tijolo de barro, outra com blocos de concreto e outra com blocos de gesso.

A alternativa que apresentou um menor consumo total em energia (soma da argila, da gipsita e do calcário para toda a construção) foi a alternativa em alvenarias de concreto (alternativa 2). Esta alternativa também é a mais indicada quando se analisa a igualdade na depreciação média destas reservas.

Análises quanto às formas de se solucionar o problema do *deficit* habitacional podem ser ampliadas, sendo possível a inclusão de itens como reutilização e edificações existentes e desabitadas ou a proximidade das reservas e os locais onde as habitações necessitam ser construídas.

Políticas públicas de incentivo, como as desenvolvidas pelo Brasil atualmente (PAC e Minha Casa Minha Vida) devem levar em consideração os impactos ambientais provenientes das suas ações. A contabilidade em energia pode fornecer dados que auxiliem nessa tomada de decisão.

Referências

- ABNT NBR 12721:2006. Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios e edifícios – Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007.
- Anuário Mineral Brasileiro 2006. Elaborado pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), Ministério de Minas e Energia.
- CARVALHO, J. G. A. Avaliação de uma construção utilizando a contabilidade ambiental em energia. Dissertação – Universidade Paulista, Brasil, 2010.
- FUNDESPA – Relatório de situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 11, elaborado pela FUNDESPA (Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas). Disponível em: <www.fundespa.com.br>. Acesso em outubro de 2010.
- Ministério das Cidades – Relatório do *Deficit* Habitacional 2008, publicado em 23 de junho de 2010.
- ODUM, H. T. Environmental Accounting: Energy and Environmental Decision Making. New York: John Willey & sons, INC, EUA, 1996.
- PULSELLI, R. M.; SIMONCINI, E.; PULSELLI, F. M.; BASTIANONI, S. Energy analysis of building manufacturing, maintenance and use: Em-building indices to evaluate housing sustainability. **Energy and Buildings**, 39. p. 620-628, 2007.
- PULSELLI, R. M.; SIMONCINI, E.; MARCHETTINI, N. Energy and energy based cost-benefit evaluation of building envelopes relative to geographical location and climate. **Building and Environment**. p. 1-9, 2008.
- PULSELLI, R. M.; SIMONCINI, E.; RIDOLFI, R.; BASTIANONI, S. Specific energy of cement and concrete: An energy-based appraisal of building materials and their transport. **Ecological Indicators**. 8 p. 647-656, 2008.

Tipo de Produção: Resumo Completo

Título do Texto: Análise, em Emergia, do Comportamento das Reservas de Argila, Gipsita e Calcário sob o Ponto de Vista do *Deficit* Populacional Brasileiro

Autores: J. G. A. Carvalho, S. H. Bonilla

Título do Meio de Publicação: 3rd *International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP - Brasil
Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção e Meio Ambiente: Cálculo de Indicadores de Sustentabilidade para Tomada de Decisão

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

APLICAÇÃO DA LÓGICA *FUZZY* NAS IMPRECIÇÕES NA TOMADA DE DECISÃO EM RELAÇÃO À DEMANDA E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Chau Sen Shia (UNIP) chau.shia@bol.com.br

Ivanir Costa (UNIP) icosta11@live.com

Resumo: Este artigo descreve algumas estratégias de tomadas decisão para auxiliar no levantamento de requisitos de uma linha de produção utilizando recursos da lógica *fuzzy*, para diferentes atividades durante o ciclo de vida de desenvolvimento de um produto até a sua distribuição. A opção apresentada pode ser necessária para estreitar o relacionamento entre a solicitação de um pedido de cliente e atender a demanda incrementando a viabilidade de aquisição de matéria prima com os fornecedores. Durante as diversas fases da criação de um produto, freqüentemente existem múltiplos critérios de tomadas de decisões para a solução de problemas. Portanto para facilitar os julgamentos de imprecisão transfere-se a análise da solução utilizando os métodos propostos pela lógica *fuzzy*. A estratégia *fuzzy* demonstra os seus resultados utilizando variáveis lingüísticas, conjuntos fuzzy, operadores *fuzzy*, métodos heurísticos e regras para auxiliar na compreensão e descrição de imprecisões para valores de entradas e saídas de um sistema de transferência de respostas do mundo real que é analógica. Assim como demonstrado na “aplicação da lógica *fuzzy* e resultado da análise”, a proposta deste artigo tem como objetivo mostrar que as imprecisões associadas ao atendimento de um pedido de um produto podem ser beneficiadas com a utilização do modelo para gerenciamento da linha de produção.

Palavras-chaves: tomada de decisão, lógica fuzzy, método heurístico, gerenciamento da linha de produção.

1. Introdução

A competição e o aumento da concorrência, além da diversidade de produtos no mercado, requerem que a gestão e controle dos custos nos produtos gerados pelas indústrias sejam abordados e tratados de forma mais flexível, tanto no planejamento, na produção, na distribuição e na qualidade de seus produtos. Este trabalho analisa os relacionamentos entre a demanda e a produção das empresas. Estuda também a qualidade de produto com a aplicação da lógica *fuzzy*, e desta forma avalia os seus impactos e resultados que beneficiam o gerenciamento do custo de seus produtos.

1.1. Objetivo e Relevância do Estudo

O objetivo deste artigo é propor o uso de lógica *fuzzy* para auxiliar na gestão de produção de empresas segundo a demanda. Propõem-se modificações necessárias no processo decisório que priorizem as seleções estratégicas nas tomadas de decisões que apresentam imprecisões. Segundo Dias (2004), uma vez que existe uma diferença entre o fornecimento e a demanda e que existe uma diferença de tempo entre o início da produção de um produto e sua disponibilização para os consumidores, as empresas devem recorrer à previsão de demanda para antecipar o comportamento do mercado e permitir que seus consumidores encontrem seus produtos no momento em que desejarem.

1.2. Limitações do Estudo e Metodologia Aplicada

Os riscos de negócios não são analisados, no entanto, será apresentado o mecanismo para seleção e tomadas de decisões de problemas imprecisos, aplicando as estratégias da lógica *fuzzy*. A metodologia utilizada é de um estudo bibliográfico, teórico e qualitativo para propor a criação de um *Check-List* de apoio para os julgamentos das tomadas de decisões para os critérios de incerteza e a solução de um problema em uma linha de produção segundo as necessidades de sua demanda.

2. Revisão da Literatura

Atualmente as indústrias sofrem uma pressão enorme quanto à redução de custos de produtos constantemente, (Wang, 2006). A manutenção do custo de um produto pode variar de 15% a 70% no custo de sua produção, (Bevilacqua e Braglia, 2000). Dessa forma o alinhamento entre a demanda, gestão de produção, custo e qualidade de um produto é necessário para que a empresa maximize seus benefícios e garanta os seus recursos investidos.

2.1. Sobre a Demanda

Conforme Dias (2004), uma vez que existe uma diferença entre o fornecimento e a demanda e que existe uma diferença de tempo entre o início da produção de um produto e sua disponibilização para os consumidores, as empresas devem recorrer à previsão de demanda para antecipar o comportamento do mercado e permitir que seus consumidores encontrem seus produtos no momento em que desejarem.

Uma demanda é independente quando não tem relação com a demanda de outros itens, portanto quando não é uma função da demanda de qualquer dos outros itens de estoque. A demanda independente deve ser prevista. A demanda dependente por sua vez, é diretamente relacionada ou deriva, ou ainda, é função da demanda de outro item ou produto existente no estoque. Esta demanda pode ser calculada e, deve ser determinada pela demanda dos outros itens dos quais é função. O melhor exemplo de um item de demanda independente é um produto final. Sua demanda é dada pelo mercado e não por outro produto. Por sua vez, os componentes e materiais utilizados na fabricação de um produto final são itens de demanda dependente, uma vez que a quantidade a ser produzida do produto final determinará a demanda daqueles componentes e materiais, (Orlicky, 1975).

A previsão de demanda serve como base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa, que, assim, pode desenvolver seus planos de capacidade, fluxo de caixa, vendas, produção, estoque, mão-de-obra, compras, entre outras atividades empresariais, (Castiglioni, 2008).

Para Ballou (2001), a variação de demanda é resultado do crescimento e declínio das taxas de vendas, da sazonalidade na demanda padrão e das flutuações gerais causadas por uma infinidade de fatores. Ainda assim, a estimativa de demanda é um dos fatores a considerar para estabelecer o volume de estoques, além do dimensionamento do nível de serviços logísticos e demais considerações estratégicas.

2.1.1. Planejamento de Requisitos de Materiais (MRP) e Programa Mestre de Produção (MPS)

Considerando uma operação de fabricação, o MRP (*Materials Requeriment Planning*) foi criado para definir quais materiais e componentes são necessários para a criação de um produto na linha de produção. O MRP baseia-se na demanda independente e dependente. Para isso utiliza os conceitos: de Programa Mestre de Produção (*Master Production Schedule - MPS*); de ordens para componentes originadas externamente; de previsões para os itens de demanda independente; de registros de estoques; de estrutura do produto ou lista de materiais do produto (*Bill of Materials - BOM*); das necessidades brutas e líquidas, (Cardoso, 1999). Conforme Cardoso (1999), o MPS é um plano de produção que informa em que quantidade e em que momento os produtos finais deverão ser produzidos. O MPS considera os tempos de fabricação (*lead time*) para os componentes e produtos finais em questão. O MPS é ajustado em função dos pedidos de entrada.

2.2. Gerenciamento e Sistema de Apoio à Produção

Para Fernandes e Santoro (2005), os sistemas de produção devem ser classificados sobre os critérios de: competitividade; estratégia de produção; complexidade dos produtos; tecnologia e diversidade.

Sistemas de Apoio a Produção, conforme Cardoso (1999) refere-se às formas sistemáticas e organizadas de planejar, controlar e corrigir o processo de manufatura em todos os seus aspectos e níveis, incluindo materiais, equipamentos, pessoal, fornecedores, clientes internos e externos e as relações com as demais funções empresariais.

2.3. PCP

Segundo Pires (1995), as atividades de PCP mantêm uma forte dependência com as formas de interação entre o sistema produtivo e os clientes. Conforme Soares e Pereira (2006), a gestão da demanda em operações industriais em ambientes que são flexíveis, com alta diversidade e baixos custos está relacionada com: a gestão de demanda; planejamento e controle de produção; gestão de capacidade; captação de materiais; distribuição de produtos acabados; gestão da cadeia de suprimentos; medição de desempenho. Desta forma, a partir dos aspectos relacionados pelos autores acima e outros aspectos que estejam relacionados à gestão de produção já observada, propõe-se um modelo que determina o gerenciamento para determinação de soluções na otimização de problemas de decisões onde a incerteza deve levar a uma modificação no sistema produtivo.

2.4. Lógica Fuzzy

Conforme Braga e Machado (1995), a lógica difusa é “uma tentativa de aproximar a precisão característica da Matemática à inerente imprecisão do mundo real, nascida do desejo profundo de conhecer melhor os processos mentais do raciocínio”. O sistema fuzzy é uma coleção de variáveis de entrada (sendo cada, uma coleção de conjuntos), uma coleção de conjuntos, para variáveis de saída e uma coleção de regras que associam as entradas para resultar em conjuntos de saída, (Weber, 2003).

Existem domínios de aplicação nos quais a imprecisão é parte inerente ao problema analisado. Isso pode ser devido a dados ausentes, a erros nas medições técnicas ou a relações causa-efeito não determinísticas. A classificação dos diferentes tipos de imprecisão e seus possíveis tratamentos: imprecisão inerente à linguagem de representação na qual a informação é expressa; Não completude da informação; Confiabilidade parcial que se tem na informação; Agregação ou sumarização da informação que provêm de múltiplas fontes. A representação da imprecisão ou ambigüidade de

certos conjuntos e variáveis (conjuntos e variáveis *fuzzy*) e sua combinação e manipulação matemática (aritmética *fuzzy*), e por outro lado, uma forma de inferência lógica (inferência *fuzzy*) a partir de regras do tipo (se-então) utilizando os anteriores conjuntos e variáveis e, a partir dos quais se atingem conclusões que não são necessariamente nem verdadeiras nem falsas, mas que podem representar certo conhecimento sobre uma área, (Braña, 2008).

2.4.1. Regras de inferência e Variáveis Linguísticas

O conhecimento necessário para a construção das regras de inferência pode provir de pessoas especialistas na área, mas também pode ser extraído de bancos de dados em forma mais automatizada, segundo o caso, Braña (2008).

Conforme Braña (2008), Ortega (2001) e Ilanthenral (2007), uma das principais vantagens da teoria de conjuntos *fuzzy* em relação a outras abordagens de modelagem matemática é a facilidade de compreensão de seus conceitos por parte de profissionais cuja formação não é na área de ciências exatas. A possibilidade de trabalhar com variáveis linguísticas, próximas à linguagem natural, fazem com que eles se sintam a vontade para expressar o seu conhecimento. Essas características da lógica *fuzzy* facilitam o aperfeiçoamento dos modelos com ela criados (mediante o ajuste da descrição de cada variável e suas relações fruto do aporte da experiência de distintos especialistas), viabilizando assim a interdisciplinaridade de trabalhos com o intuito de abordar problemas complexos em forma mais realista.

2.4.2. Conjunto e operações Fuzzy

Segundo Braña (2008), um conjunto fuzzy pode ser representado com o uso de duas formas: a forma discreta e a forma contínua. Considerando o universo $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ na forma discreta, ou seja, quando o universo de valores x é finito, a notação do conjunto *fuzzy* A é dada por:

$$A = \mu_A(x_1) / x_1 + \mu_A(x_2) / x_2 + \dots + \mu_A(x_n) / x_n$$

$$A = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) / x_i$$

O símbolo “/” significa separador, enquanto o elemento x_i do universo X , o grau de pertinência μ_A do elemento x_i ao conjunto fuzzy A . Na forma contínua, ou seja, quando o universo X é dado por infinitos elementos no intervalo $\{0,1\}$, a representação é dada por:

$$A = \int_x \mu_A(x_i) / x_i$$

As funções de pertinência definem o grau de pertinência de um determinado elemento x ao conjunto fuzzy A . Enquanto que para os conjuntos clássicos (nítidos ou crisp) os valores de pertinência μ_A podem assumir somente os valores 0 ou 1, para os conjuntos fuzzy esses valores podem assumir qualquer valor no intervalo entre estes extremos, é dizer:

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1].$$

Existem inúmeras maneiras de se implementar operações entre conjuntos difusos (Galvão, 1999).

2.5. Estudo de Caso de um Processo de Formação de Preços

Um sistema de gestão voltado para a plena satisfação de seus clientes deve manter sua equipe técnica constantemente direcionada para o desenvolvimento de novos produtos e assistência técnica. Já no processo de formação de preço de novos produtos há uma carência de organização das informações, de forma que a sua recuperação possa ser fácil e rápida. Existem constantes mudanças na linha de produção e alterações nos procedimentos e as principais informações do processo estão em poder de apenas alguns especialistas. Elisei (2003) estudou o processo básico de produção das peças fundidas e as suas operações que são: modelação, modelagem, aciaria, vazamento, desmoldagem, corte/quebra de canal, tratamento térmico, acabamento e ensaios não destrutivos.

Ainda segundo Elisei (2003), em função de contratos fechados com seus clientes, não havendo a venda a varejo as peças produzidas, em sua maioria, só servem àqueles que as encomendam. Por isso há uma grande quantidade de solicitações de peças nunca feitas antes e daí a necessidade de gerar constantemente orçamentos a essas novas requisições. O processo para a elaboração de uma solicitação de orçamento segundo Elisei (2003) são descritos na tabela-1.

Tabela-1 Processos para atendimento e orçamento de produtos, adaptado de (Elisei, 2003).

Processos de elaboração de orçamento	Descrição
Solicitação do cliente	Recebe a solicitação através da área comercial e transfere para a área de orçamento.
Orçamento	Responsável por apurar as informações técnicas: Material a ser usado. Máquina necessária. Tempo necessário.
Custos	Apurar o preço do produto e retorna ao departamento de vendas
Vendas	Recebe os preços do produto e responde ao cliente.
Resposta ao cliente	Recebe os preços dos produtos solicitados.

Para atender as solicitações de orçamento é uma tarefa que requer muito cuidado, pois dela depende o fechamento ou não de um negócio e, o mais importante, a lucratividade da empresa. Quando um cliente não é bem atendido já na fase de orçamento, a empresa perde além do negócio, a confiança.

2.5.1. Problemas na Área de Orçamento

Na empresa estudada por Elisei (2003), a área de orçamento pode sofrer desgastes devido a uma série de problemas, conforme mostra a tabela-2.

Tabela 2 - Processos da área de orçamento, adaptado de (Elisei, 2003).

Problemas de atendimento	Descrição
Tempo de resposta	Comprometido devido as variações do mercado.
Rastreabilidade	Rastrear o andamento do processo de orçamento.
Substituição de profissionais	Na ausência de um profissional o setor de orçamento deve ser substituído.
Qualidade e confiança	Tempos e custos medidos podem não ser atualizados por falta de pessoal e tempo

Dessa forma se torna para Elisei (2003) fundamental a sistematização dos processos e com isso espera-se que uma série de benefícios sejam alcançados, conforme mostra a tabela-3.

Tabela 3 - Processos e benefícios na área de orçamento, adaptado de (Elisei, 2003).

Sistematização dos processos	Descrição
Setores	Inovação do processo, desburocratizando e especializando setores.
Especialista	Uma vez sistematizado o processo, colocar o conhecimento do especialista, para a elaboração de orçamentos.
Avaliação do investimento	Fornecer à direção a avaliação da necessidade ou não do investimento em produção.

Ainda segundo Elisei (2003) o processo de orçamento de um produto segue as seguintes etapas mostradas na tabela-4.

Tabela 4 - Processos de orçamento, adaptado de (Elisei, 2003).

Setor/Cliente	Descrição
Cliente	Solicitação do contato do cliente.
Vendas	Recebe solicitação de orçamento de um produto.
Comercial	Análise prévia da solicitação do orçamento. Verifica se os dados constam para apuração do orçamento.
Vendas	Preenche o formulário (solicitação de formação de preços) e envia para a área de processos.
Processo de formação de preços	Faz uma análise da solicitação de formação de preços e preenche dois outros formulários: Análise Crítica (verificação de dados) e Ficha Técnica do Orçamento.
Custos	De acordo com as regras pré-estabelecidas pela empresa, preenche o formulário Condições Técnicas de Fornecimento, que é devolvido para o setor de vendas.
Vendas	Recebe o formulário Condições Técnicas de Fornecimento preenchido e entra em contato com o cliente.
Cliente	Recebe as informações para iniciar a negociação.

2.5.2. Área de Estoque

A área de estoque de uma empresa é responsável, de forma geral, pelo controle de fluxo de materiais internamente, devendo, portanto, equilibrar as necessidades e as disponibilidades de recursos da organização, sejam eles recursos humanos, de materiais, de espaço físico, financeiro, entre outros, (Tadeu, 2010). A gestão do estoque permite reduzir o custo das matérias primas, produtos em processamento e acabados, além disso, deve ser planejado devido às incertezas que permeiam as organizações, Wanke (2003). A palavra chave na gestão de estoques é o planejamento, em virtude do cenário de incerteza que permeia as organizações, (Santos, 2010).

2.5.3. Matérias-Primas e o Processo de Negócio da Produção

Em um ambiente de produção puxada, a movimentação de matérias-primas para a linha de produção é direcionada pelo pedido de um cliente. Empresas que utilizam esta estratégia produtiva possuem, na maioria dos casos, um alto grau de interação com o cliente, o que lhes permite saber de antemão o item a ser produzido e sua quantidade. Nesse cenário, em que a produção é baseada na resposta a uma demanda existente, os custos de estocagem são baixos, e o *lead time* pode ser um considerável diferencial competitivo, (Destro, 2010).

Desde o início dos anos 90 o conceito de Processos de Negócio tem ganhado projeção e crescente importância no mundo acadêmico e nas empresas e seu estudo e aplicação estão cada vez mais profundos e diversificados, o que pode ser verificado pela grande quantidade de áreas do conhecimento que são correlatas e que contribuem para seu desenvolvimento. O Processo de

Negócio é a linguagem de representação dos processos internos e externos de uma organização que permite o projeto de sistemas de informação capazes de integrar toda a empresa numa perspectiva holística, (Georges, 2009).

Segundo Numa (2006), para o professor Henrique Rozenfeld, o Processo de Negócio é um fenômeno que ocorre dentro das empresas, compreende um conjunto de atividades realizadas, associadas às informações que manipula, aos recursos que são utilizados e a estrutura organizacional da empresa. Forma uma unidade coesa e deve ser focalizado em um tipo de negócio, que normalmente está direcionado a um determinado mercado/cliente, com fornecedores bem definidos. Como recursos entendem-se: técnicas, métodos, ferramentas, sistemas de informação, recursos financeiros e todo o conhecimento envolvido na sua utilização, além dos aspectos organizacionais, estruturais e as pessoas dentro da organização, Numa (2006).

3. Proposta de um *Check list* de Apoio a Decisão

Este trabalho propõe a formação de um *Check-List* para a criação de um modelo com base e aplicação da lógica fuzzy para alinhamento da demanda, produção e custo. A tabela-5 apresenta o modelo para a formatação da interface em computador. O formulário apresenta um conjunto de questões relacionadas à importância com atributos ou domínios de forma padronizada para que possam ser analisadas para todos os departamentos da organização, e as suas atribuições são descritas segundo níveis de prioridades. Ela descreve algumas questões levantadas para estudo e análise de uma linha de produção de produtos, conforme os estudos apresentados pelos autores estudados no trabalho. Os valores atribuídos variam de 0 a 10 e tem como objetivo como coleta de dados para análise e estudo da classificação utilizando as variáveis lingüísticas da lógica *fuzzy*.

Tabela 5 - *Check-List* Proposto, adaptado de (Elisei, 2003 e Cândido, 2008).

Questões do <i>Check-List</i>	Setor/ Cliente	Atribuição de nota por níveis de prioridade (ordem crescente)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
01-Quanto à importância das questões referente ao material utilizado?												
02-Quanto às propriedades mecânicas do material?												
03-Quanto ao orçamento de um produto?												
04-Quanto à análise prévia de um orçamento?												
05-Quanto ao capital aplicado na mercadoria?												
06-Quanto ao custo do material?												

07-Quanto ao não atendimento por falta de material?																				
08-Quanto aos processos da produção?																				
09-Quanto ao desempenho na produção?																				
10-Quanto ao volume da produção?																				
11-Quanto ao tamanho do lote?																				
12-Quanto à manutenção preventiva?																				
13-Quanto à aquisição de conhecimento / tecnologia / Informação?																				
14-Quanto à logística?																				
15-Quanto à aliança estratégica?																				
16-Quanto à associação / cooperativas?																				
17-Quanto ao estoque?																				
18-Quanto à formação de preços?																				

3.1. Desenvolvimento do Modelo Proposto

O *Check-List* proposto descreve os principais componentes de uma gestão da demanda em operações industriais. A representação da figura-1 mostra a estrutura lógica de uma linha de produção em uma indústria desde a solicitação de um pedido até a distribuição de seu produto segundo a demanda. A descrição utiliza o conceito da linguagem de alto nível para facilitar a compreensão e entendimento do problema para propor um modelo utilizando os principais artefatos da linguagem de modelagem UML (*Unified Modeling Language*), além dos recursos da lógica *fuzzy*, para mapeamento e tomadas de decisão com o objetivo de reduzir o espaçamento entre a solicitação de um pedido e o atendimento do produto entregue ao cliente. A tabela-5 descreve alguns itens adaptados da literatura segundo os autores: Elisei, (2003) e Cândido (2008) em seus trabalhos relacionados às empresas siderúrgicas. A estratégia do *Check-List* considera a análise de especialistas na área da linha de produção em siderúrgicas para atribuição de valores (entre 0 e 10) como níveis de importância e prioridades conforme a demanda e solicitação de um pedido.

Com base no preenchimento desses *Check-Lists* por diversos especialistas internos à organização, calcula-se a média das atribuições de cada célula (do *Check-List*) e transportam-se os resultados para a tabela geral (tabela-6), com os seus respectivos pesos atribuído aos resultados das intensidades (no final das linhas horizontais e verticais). Inicia-se então o levantamento de requisitos para a criação e desenvolvimento do produto para a linha de produção.

A aplicação do modelo com base na teoria *fuzzy* inclui: os fundamentos de controle, funções de pertinência da lógica, a criação de regras e inferências *fuzzy*. Conforme a descrição do item-4, “Aplicação da Lógica Fuzzy e Resultado da Análise”.

3.2. Modelo de Administração de Produção

O modelo de administração de produção (figura-1) descreve a estrutura básica de pequenas indústrias diante dos grupos varejistas internacionais e as suas atuações dentro da cadeia produtiva, que tem como consequência os melhores preços para atender a demanda com preços mais baixos, mais qualidade e entrega de produtos acabados com prazos menores. A demanda do mercado decide quais produtos e empresas serão adquiridas; além de definir a posição competitiva das empresas e a sua capacidade de converter insumos em produtos com o máximo de rendimento, (Sacomano e Fusco, 2009). A figura-1 mostra a arquitetura de um ambiente de produção e a sua cadeia produtiva desde a demanda até a distribuição de seu produto. A proposta do trabalho tem como objetivo estreitar a relação das principais atividades internas através de gerenciamento das relações para tomadas de decisões imprecisas, utilizando os recursos da lógica *fuzzy*.

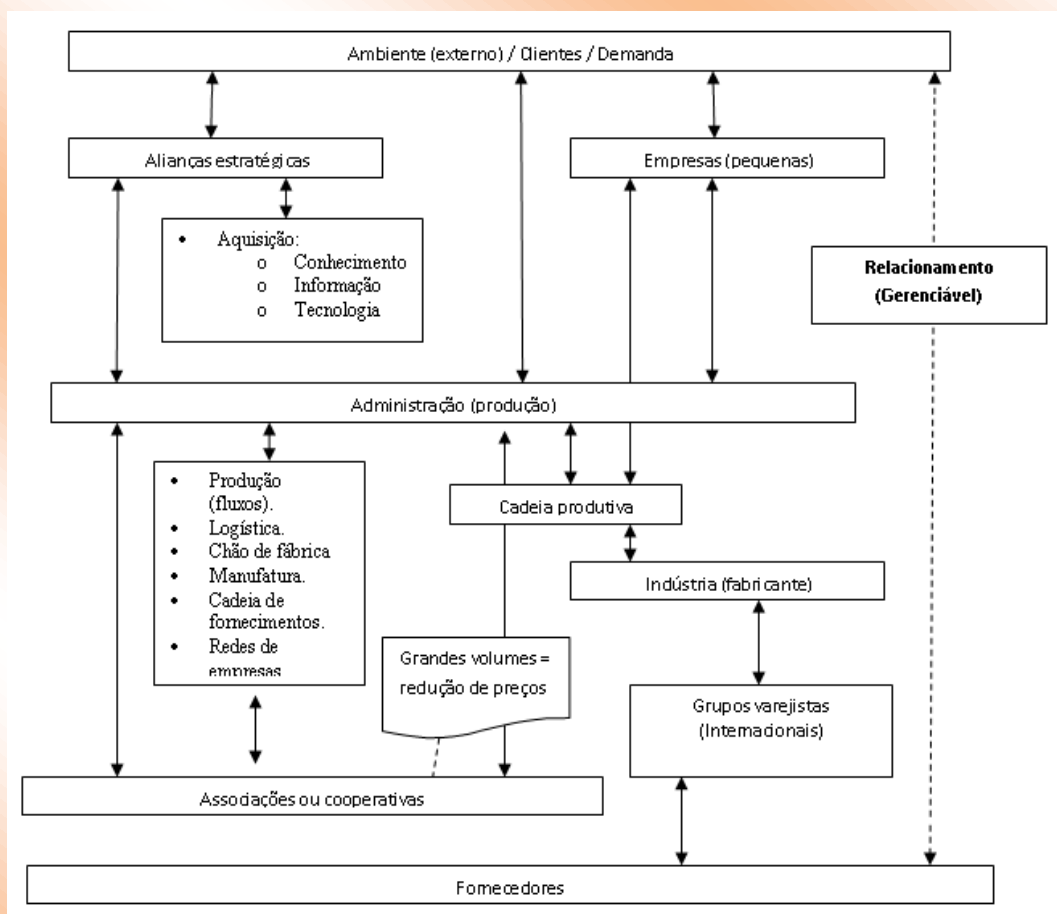


Figura 1 - Modelo de administração de produção, adaptado de (Sacomano e Fusco, 2009).

3.3. Relacionamento gerenciável

Um relacionamento gerenciável, permite direcionamento para os setores ou áreas responsáveis, segundo as necessidades (solicitação do pedido), para agilizar o processo de atendimento ao cliente de acordo com o pedido solicitado e diminuir o tempo de espera, mantendo a qualidade da distribuição dos produtos. Os principais objetivos são: o mapeamento de produtos/serviços para a aquisição do estreitamento, confiabilidade e agregação de valores (produtos ou serviços). A figura-2 mostra uma visão holística do relacionamento gerenciável de uma empresa e que permite ampliar vantagens competitivas com a rede de trabalho (busca de material, transformação de produtos, distribuição, etc.) e aquisição de conhecimento, informação, tecnologia, etc. Segundo Porter (1992), a gestão dos “elos” pode resultar em vantagem competitiva através da otimização e coordenação. No relacionamento interfirmas, intensificam-se a utilização de alianças estratégicas e o desenvolvimento da prática da organização das empresas em rede, procurando aproximar fornecedores, clientes internos externos com a finalidade de compartilhar recursos, (Sacomano e Fusco, 2009).

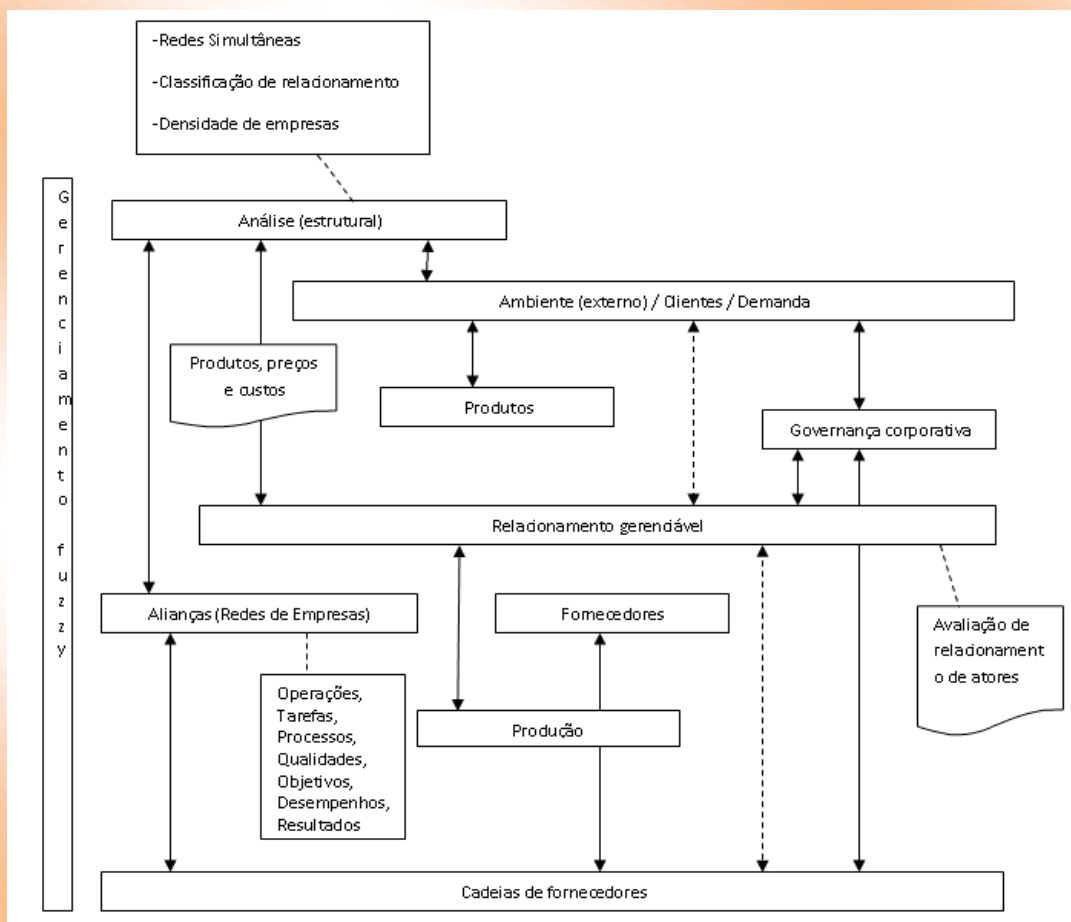


Figura 2 - Modelo de relacionamento gerenciável, adaptado de (Sacomano e Fusco, 2009).

4- Aplicação da Lógica *Fuzzy* e Resultado da Análise

Foi feita uma análise aplicando-se o modelo proposto e comparando os resultados para as tomadas de decisões conforme a demanda, produção e a aceitação do produto. A aplicação do modelo proposto inclui: os fundamentos de controle, funções de pertinência da lógica, a criação de regras e inferências *fuzzy*.

O controle fuzzy do modelo proposto possui as variáveis lingüísticas: ótimo, bom, aceitável, compatível, sustentável e insuficiente (no lugar de variáveis numéricas), Estas variáveis são conjuntos de termos lingüísticos que atribuídos a uma mesma grandeza a ser mensurada. Cada termo lingüístico está associado a um conjunto fuzzy ou funções de pertinência que descrevem um significado numérico.

Na primeira coluna estão os itens do *Check-List* que descrevem os critérios a serem avaliados para elaboração de requisitos em uma linha de produção de aciarias; já primeira linha horizontal as seqüências de atividades para a criação do produto e do relacionamento entre essas atividades, conforme cada item dos critérios adotados.

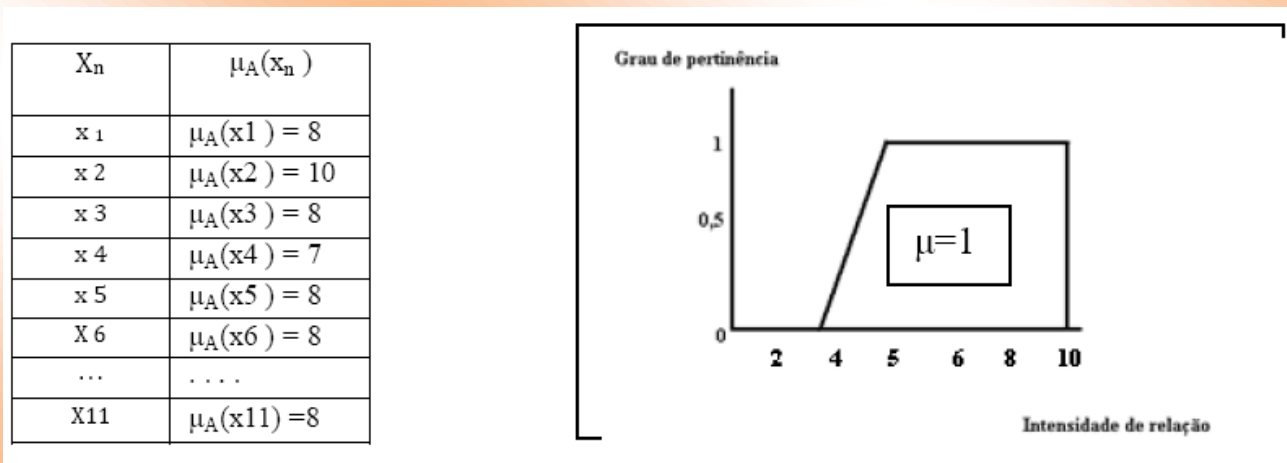
Os valores atribuídos para cada célula correspondem às intensidades, conforme o grau de importância da relação entre os “itens” e “atividades” da linha de produção, ao qual define o comportamento das variáveis fuzzy ($f(x) = (\text{itens} \times \text{atividades})$), que são providas por especialistas ou extraídas de dados numéricos (normalmente são condicionais do tipo (se... então), conforme o modelo da tabela-5 (*Check-List*) e definem as regras de variação para controle de importância do relacionamento entre os itens e atividades de uma linha de produção e que podem variar numa escala de 0 a 10 escritas através de variáveis lingüísticas (ótimo, bom, aceitável, compatível, sustentável e insuficiente). No entanto a cada variável lingüística está associado um valor de pertinência ou funções de pertinência da lógica.

Para a criação da regra e representação do conhecimento, foram definidos como base os critérios de avaliação e ações do preenchimento do *Check-List* realizadas durante a simulação. Desta forma, as regras para as tomadas de decisão usadas foram as adotadas por muitas linguagens de programação (se..então). SE Demanda for grande ENTÃO importância do material deve ser mantida (valor maior que 8).

Na tabela-7 as células das linhas, definem a média para os valores atribuídos segundo a totalização de todas as células do *Check_List* (considerando um total de 11 avaliação para cada *Check-List*), para os valores simulados durante a análise. Essas amostragens permitem exprimir um número real que quantificam o valor da relação com as coordenadas de cada cruzamento do par de elementos obtidos do plano cartesiano (itens x atividades), e que representam os níveis de

intensidade da relação entre os elementos de cada *Check-List* (conjunto fuzzy). Ainda na tabela-7, considera-se um sistema de múltiplas entradas (itens do *Check-List*) e múltiplas saídas (atividades representadas pelas colunas) com a atribuição dos valores nesse plano cartesiano, que é a pertinência ($\mu_A(x)$) de um conjunto de valores atribuídos pelos especialistas durante o preenchimento dos *Check-Lists*: ($\mu_A(x) = 1$ se $x \in A$ e $\mu_A(x) = 0$ se $x \notin A$) conforme a representação da tabela-6.

Tabela 6 – Importância do material x Demanda, autor (2011)



Os resultados apresentados na tabela-7 descrevem o conjunto dos valores dos itens do *Check-List* (linha horizontal) e os seus relacionamentos entre todas as atividades de uma linha de produção, onde o conjunto $E = \{\text{Demanda, Venda, ..., Preços}\}$; já $A = \{\text{Demanda, Preços}\}$ é um subconjunto de E para análise da relação entre a Demanda e Preço onde o conjunto A é subconjunto de E ($A \subseteq E$).

Tabela 7 - Modelo de Linha de Produção, autor (2011).

Linha de Produção								
Item do Check-List / Relacionamentos	Demanda (%)	Venda (%)	Produtos (%)	Produção (%)	Governança (%)	Fornecedores (%)	Alianças (%)	Preços (%)
01-Importância do material	0,73	0,64	0,45	0,91	0,91	0,91	0,73	0,82
02-Propriedades do material	0,64	0,64	0,45	0,91	0,73	0,73	0,45	0,36
03-Orçamento do produto	0,91	0,91	0,82	0,91	0,91	0,91	0,82	0,82
04-Análise do orçamento	0,91	0,91	0,82	0,82	0,91	0,91	0,91	0,91
05-Capital aplicado na mercadoria	0,64	0,73	0,36	0,82	0,91	0,91	0,73	0,73
06-Custo do Material	0,64	0,73	0,36	0,82	0,91	0,91	0,82	0,55
07-Falta de matéria prima	0,91	0,73	0,73	0,82	0,91	0,91	0,91	0,82
08-Processo de produção	0,73	0,45	0,36	0,82	0,82	0,82	0,82	0,73
09-Desempenho da produção	0,64	0,45	0,45	0,82	0,73	0,73	0,82	0,73
10-Volume da produção	0,82	0,55	0,45	0,82	0,91	0,91	0,82	0,82
11-Lote	0,55	0,45	0,45	0,82	0,82	0,82	0,82	0,64
12-Manutenção preventiva	0,36	0,45	0,18	0,82	0,91	0,91	0,91	0,55
13-Aquisição conhecimento	0,36	0,36	0,18	0,82	0,91	0,91	0,82	0,73
14-Logística	0,73	0,36	0,55	0,82	0,82	0,82	0,73	0,64
15-Aliança estratégica	0,73	0,55	0,18	0,64	0,91	0,91	0,82	0,64
16-Associação / cooperativa	0,82	0,73	0,73	0,82	0,91	0,91	0,91	0,64
17-Estoque	0,82	0,73	0,73	0,82	0,82	0,82	0,73	0,73
18-Formação de preços	0,82	0,82	0,82	0,82	0,91	0,91	0,82	0,82
Média Global :	0,71	0,62	0,51	0,82	0,87	0,87	0,80	0,70

A figura-3 mostra os resultados da análise referente aos resultados da “Demanda”, conforme os valores gerados pela tabela-7 numa visão de pertinência (também deve ser feita para as atividades de Vendas, Produtos, Governança, Fornecedores e Preços). A sua avaliação de: ótimo, bom, aceitável, sustentável e insuficiente, são definidas pelos especialistas da área de atuação (que são as variáveis lingüísticas). O conhecimento dos custos é vital para saber-se, dado o preço se o produto é rentável ou não e se é possível reduzir os custos (Martins, 2000).

Tabela 8 - Modelo de atribuição de variáveis linguísticas, graus de pertinência e relacionamentos.

Variável Linguística	Grau de Relacionamento	Variáveis Linguísticas
Ótimo		
Bom		
Aceitável		
Sustentável		
Insuficiente		



Figura 3 - Modelo de Resultados Produção Linguístico Fuzzy, autor (2011)

Os valores apresentados na figura-3 é uma amostra de análise do grau de pertinência (que variam de 0 a 1). Para cada atividade, são descritos os valores nas variáveis lingüísticas da lógica fuzzy, (Demanda (item)={ótimo, bom, aceitável, sustentável e insuficiente}) no entanto a atribuição e a associação de cada valor ou regra devem ser definidas por especialistas, conforme mostra a tabela-8.

O grau de pertinência mostra a participação de cada atividade e de seu relacionamento durante a análise para uma linha de produção. Portanto devem ser verificadas também para outros itens segundo a necessidade da análise e relação com as atividades distribuídas nas colunas da tabela. Ao determinar a função de pertinência para os subconjuntos A com relação a cada elemento do conjunto $E = \{\text{Demanda, Venda, ..., Preços}\}$, além de verificar a relação desse conjunto com o subconjunto $A = \{\text{Demanda, Preços}\}$ para auxiliar na tomada de decisão e levantamento de requisitos e servir de guia para o desenvolvimento do produto em todas as suas fases seguintes.

5- Conclusão

Neste artigo, foi realizada a estratégia de uma linha de produção para estudo e análise dos relacionamentos entre os departamentos dentro de seu contexto de atuação para o desenvolvimento de um produto final. A apresentação de uma proposta para gerenciamento de relacionamentos pode auxiliar na tomada de decisão para melhorar a qualidade e redução de investimentos desnecessária segundo a demanda até a distribuição de seus produtos para os clientes conforme as solicitações de seus pedidos.

Considera-se que muitas das decisões para soluções de problemas são julgadas de forma imprecisas. Desta forma a proposta deriva dos conceitos de lógica *fuzzy* para priorização e otimização das tomadas de decisões e solução de problemas para a criação, desenvolvimento, implantação de produtos em uma linha de produção, desde a solicitação de seus pedidos conforme a demanda e a interação com seu ambiente. A aplicabilidade do método é aplicável utilizando a evolução das técnicas para otimização e priorização das estratégias definidas pelas organizações segundo as necessidades de avaliação dos relacionamentos entre os principais itens de produção e a sua interação com os departamentos de uma empresa de linhas de produção.

Referências

- Antunes, J. Lógica Nebulosa para Avaliar Riscos na Auditoria, Universidade de São Paulo, 2006.
- Braña, J. P. Processo de Tomada de Decisão em Projetos de Exploração e Produção de Petróleo: Uma Abordagem Sistêmica com Aplicação da Teoria da Lógica *Fuzzy*, 2008.
- Cândido, F. S.; Lima, M. C. A.; d'Audenhove, M. Modelo de Simulação para Início de Operação dos Equipamentos e Otimização dos Processos da Aciaria da Siderúrgica Marabá, 2008.
- Cardoso, D.; Neto, M. C. S.; Souza, A. A. Administração da Produção através do Sistema de Gestão Integrada SAP R/3: O Caso da Siderúrgica Belgo Mineira, 1999.

- Elisei, J. L.; Ostellino, R. Um Sistema Especialista em Orçamento para uma Empresa de Fundição de Aço, 2003.
- Fonseca J.; Afonso, J.; Martins J. ; Couto C. Avaliação da Aplicação de Técnicas de Lógica *Fuzzy* no Controle de Máquinas Elétricas, 1997.
- Jané, D. A. Uma Introdução ao Estudo da Lógica Fuzzy, colocar o local e editora 2004.
- Medeiros, S.; Mello, R.; Filho, P. C. Análise de Projetos para Unidades de Conservação, Usando Lógica *Fuzzy*, 2007.
- Paraizo, C. L. B, Uso da Lógica Difusa no Processo de Decisão de Mudanças de TI, 2007.
- Soares, H. F.; Pereira, N. A. Da Gestão da Demanda ao Planejamento de Operações: Uma Revisão de Literatura, 2006.
- Souza, R. M. Avaliação de Custo, Volume e Lucro em Micro e Pequenas Empresas Comerciais: Um Estudo de Caso, 2007.
- Wang, L.;Chu J. e Wu J. Selection of optimum Maintenance Strategies Based on a Fuzzy Analytic Hierarchy Process, 2006.
- Sacomano J.B.; Fusco, J. P. A. Alianças em Redes de Empresas, São Paulo; Editora Arte & Ciência, 2009.
- Weber, L. Aplicação da lógica fuzzy em Software e Hardware, Canoas/RS; Editora ULBRA, 2003.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Aplicação da Lógica *Fuzzy* nas Imprecisões na Tomada de Decisão em Relação à Demanda e Controle da Produção

Autores: C. Sem Shia, I. Costa

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais do IV Sidepro

Local da Publicação: São Paulo, SP, Brasil

Mês e Ano da Publicação: Novembro de 2011

Editora: Universidade Paulista UNIP

Total de páginas: 14

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ATERRO SANITÁRIO

G. F. da Silva ^a, C. M. V. B. de Almeida ^b

a. Universidade Paulista – São Paulo – gfrimaio@gmail.com

b. Universidade Paulista – São Paulo – cmvbag@unip.br

Resumo: Em países em desenvolvimento os aterros sanitários destacam-se como a técnica de disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU) por apresentar menor custo e apresentar técnicas de engenharia que visam minimizar os impactos à saúde pública e ambientais. Nesse sentido este estudo realiza a síntese em emergia de um aterro sanitário na cidade de São Paulo, que possui um projeto de compensação ambiental e geração de energia elétrica por meio da queima do biogás. A emergia total do sistema corresponde a $1,22 \times 10^{20}$ sej, as transformidades do RSU e da energia elétrica correspondem a $8,36 \times 10^{11}$ sej/J e $4,67 \times 10^3$.

Palavras-chave: Emergia, aterro sanitário, biogás, resíduos sólidos urbanos.

1 Introdução

Os aterros sanitários destacam-se entre as técnicas de disposição final de resíduos sólidos urbanos. Segundo Mariano (1999), a técnica é mais empregada em países em desenvolvimento por apresentar menor custo, quando comparada a outras técnicas, a exemplo da incineração.

Pelo fato de os aterros sanitários possuírem uma técnica de engenharia apropriada, os impactos à saúde pública e ambientais são minimizados por meio de um sistema de drenagem e coleta de lixiviados, impermeabilização de base e cobertura do maciço aterrado, captação do biogás, dentre outras. Estas medidas visam à proteção do solo, da qualidade do ar e dos corpos d' água.

O biogás produzido a partir da decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos é um dos gases que provoca o fenômeno conhecido como efeito estufa. De acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006), a concentração de metano (CH_4) no biogás de aterro sanitário corresponde a 50%.

Considerando que a queima do biogás, além de gerar eletricidade, transforma o metano em dióxido de carbono e vapor d' água, seu aproveitamento deve ser considerado, uma vez que em um período de 100 anos, 1 grama de metano provoca 21 vezes mais a formação do efeito estufa do que 1 grama de dióxido de carbono (WORLD BANK, 2004).

Para Coelho (2008), a criação de cotas de emissões de gases de efeito, advindas principalmente do aproveitamento energético do biogás, tem despertado crescente interesse em países como os Estados Unidos e membros da União Europeia, a fim de realizarem investimentos em países em desenvolvimento como o Brasil.

Tendo em vista que o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos se constitui em uma questão de suma importância, este estudo tem por objetivo utilizar a síntese em emergia para avaliar o suporte ambiental necessário para a implantação e operação do aterro sanitário Sítio São João, que possui acoplado um projeto de compensação ambiental e um sistema de captação de biogás para a geração de energia elétrica descentralizada para a cidade de São Paulo.

Ocupando uma área de 80 hectares, dos quais 50 hectares foram destinados à deposição de resíduos sólidos urbanos, o aterro sanitário Sítio São João recebeu resíduos sólidos durante 17 anos no período compreendido entre 1992 e 2009, tendo recebido cerca de 29 mil toneladas de resíduos sólidos.

Pelo fato de a área ocupada por este empreendimento caracterizar-se por um local anteriormente coberto pelo bioma Mata Atlântica, e considerando que sua instalação e operação promoveram impactos ambientais ao meio local, foi implantado em suas adjacências, em 2009, um projeto de compensação ambiental visando atender às exigências efetuadas pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente.

As atividades de captação e queima do biogás para produção de energia elétrica foram iniciadas em 2007, ocupando uma área de 2.416 m² dentro da área do aterro sanitário Sítio São João. Operando com 16 grupos de motogeradores, o local produz energia elétrica para alimentar uma cidade de 400 mil habitantes (BIOGÁS-SÃO JOÃO, 2008).

2 Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo é a síntese em emergia, desenvolvida por Odum (1996), capaz de avaliar a utilização de recursos naturais ou antropogênicos por um determinado sistema.

Para o levantamento de todos os dados da fase de implantação e operação dos sistemas deste estudo, foram realizadas visitas *in loco* que permitiram quantificar materiais, equipamentos e mão de obra, considerando as fases de implantação e operação.

Para a contabilidade dos serviços do ambiente, como ocupação de solo, calor geotérmico, insolação e evapotranspiração, foram realizadas pesquisas em órgãos específicos e como na literatura.

Para melhor entendimento do sistema, a metodologia utiliza os diagramas de energia que possui uma simbologia própria. Os fluxos de entrada dos sistemas estudados são classificados em três categorias: recursos renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F).

O tratamento dos dados consistiu em realizar conversões e/ou transformações, que possibilitaram estimar individualmente todos os fluxos de energia que o sistema utiliza. Alguns insumos foram contabilizados considerando sua massa, a exemplo de maquinários e materiais de construção. No caso das sementes, foi utilizada a razão energia/dólar do Brasil, que compreende $1,20 \times 10^{13}$ (COELHO et al., 2002).

A fase posterior compreendeu encontrar, com base na literatura, o valor da transformidade, energia específica ou energia por unidade de cada insumo. A transformidade permite mensurar a quantidade de joules de energia necessária para produzir um joule de determinado produto ou serviço (sej/J).

A multiplicação das quantidades de cada insumo por sua respectiva transformidade permite colocar os fluxos de energia do sistema em uma métrica comum, o joule de energia solar (sej).

Após a realização das etapas descritas foi construída a tabela de energia, que mostra a energia de cada fluxo, sua classificação quanto aos recursos, sua transformidade, a energia de cada fluxo, como também a energia total do sistema.

Odum (1996), em sua metodologia, desenvolveu o índice de rendimento em energia (EYR, *emergy yield ratio*), o índice de investimento em energia (EIR, *emergy investment ratio*) e o índice de carga ambiental (ELR, *environmental loading ratio*), que são capazes de fornecer informações relevantes dos sistemas estudados, considerando a capacidade de carga do ambiente. Por meio dos fluxos de entrada do sistema, avaliam-se os indicadores da síntese em energia do sistema em estudo, enfatizando a interação entre os sistemas e o ambiente no qual está inserido (Tabela 1).

Tabela 1 - Apresentação e descrição dos indicadores da síntese em energia.

Descrição	Indicador	Equação
	EYR	Y/F
Rendimento em energia (<i>emergy yield ratio</i>): É a relação entre a energia total contida no produto (Y) em relação aos recursos provenientes da economia (F), ou seja, é a energia do sistema dividida pela entrada dos fluxos de energia provenientes da economia. É um indicador de retorno de energia sobre o investimento realizado, fornecendo a energia líquida do sistema, ou seja, a contribuição da energia proveniente do sistema de produção (R + N). Demonstra a capacidade do processo para explorar os recursos locais provenientes da natureza. O valor mínimo é a unidade.		ou $(R + N + F)/F$

Índice de carga ambiental (<i>environmental loading ratio</i>): É definido como a relação entre energia de entrada dos recursos locais não renováveis e de recursos provenientes da economia pela energia do recurso local renovável . Avalia o estresse imposto ao ambiente, quanto menor o valor, menor o estresse causado.	ELR	$(N+F)/R$
Investimento em energia é uma relação entre recursos provenientes da economia e os recursos gratuitos. Um índice baixo indica que o ambiente provê mais recursos para o processo que a economia (materiais e serviços).	EIR	$F/(R+N)$
Índice de Sustentabilidade: Mede a taxa de sustentabilidade. Valores maiores indicam sustentabilidade por períodos de tempo maior. Um sistema para ser considerado sustentável a longo prazo deve ter uma baixa carga ambiental e alto rendimento em energia.	ESI	EYL/ELR
Percentual de recursos renováveis: Indica a porcentagem de fluxo de energia que é proveniente de fontes renováveis. Os sistemas com alto valor deste índice são mais sustentáveis.	%R	

3 Resultados e discussão

No diagrama da Figura 1 visualizam-se os fluxos dos componentes que o sistema do aterro sanitário com projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica utiliza, e as interações existentes entre eles.

Cada linha que adentra no diagrama representa um recurso utilizado pelo sistema em forma de fluxo de energia, podendo ser renovável (R), não renovável (N) ou proveniente da economia (F).

A fase de implantação é constituída predominantemente por recursos provenientes da economia (F), com exceção do solo que é um recurso não renovável (N).

Os recursos renováveis (R), como o Sol, evapotranspiração, pluviosidade, RSU e energia geotérmica estão situados à esquerda do diagrama e são contabilizados na fase de operação do sistema.

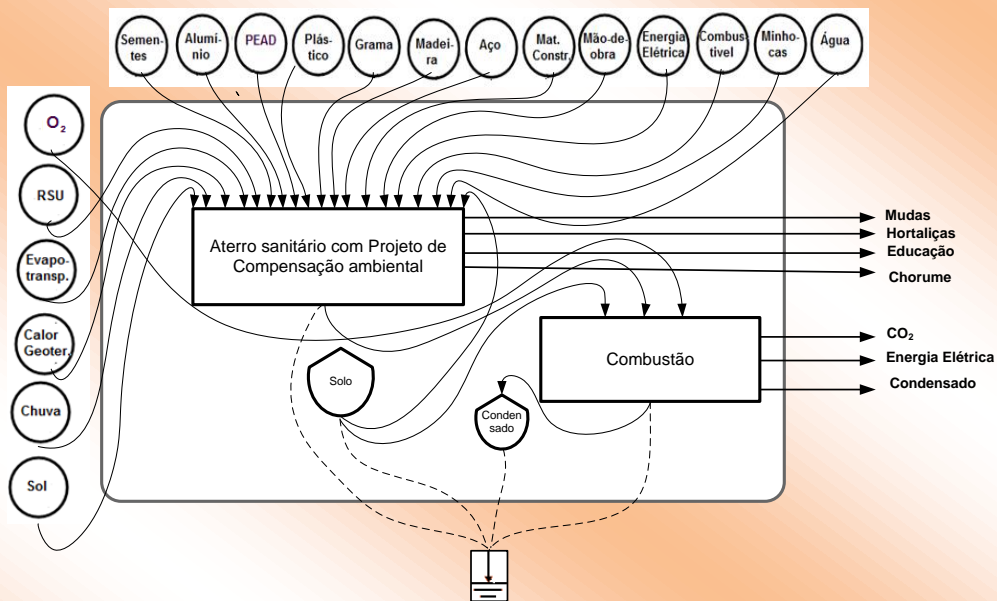


Figura 1 - Diagrama de energia do aterro sanitário com compensação ambiental e produção de energia elétrica

No diagrama abaixo (Fig. 2) visualiza-se em detalhes a caixa da Figura 1, correspondente ao aterro sanitário com projeto de compensação ambiental.

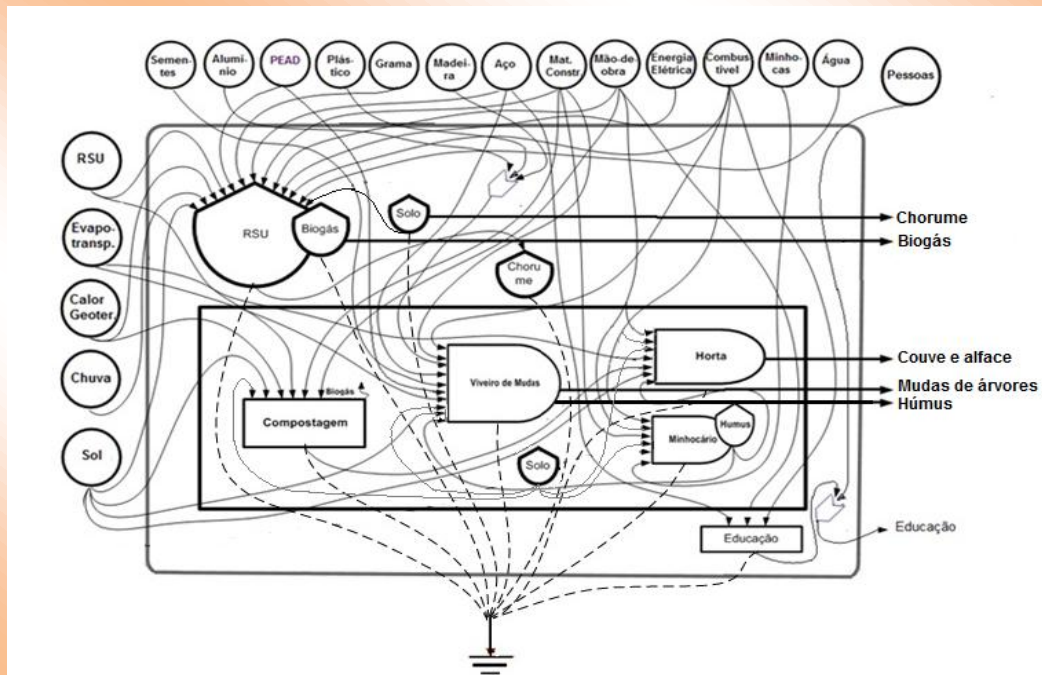


Figura 2 - Diagrama de energia do aterro sanitário com Projeto de compensação ambiental

Na Tabela 2, apresentam-se somente os fluxos de energia e material mais significativos para o sistema do aterro sanitário com projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica, tendo sido excluídos os fluxos cujos percentuais são inferiores a 1%.

Tabela 2 - Fluxos de energia do aterro sanitário São João com projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica da fase operacional para o ano de 2009 – 2010.

Nota	Descrição	Unidade	Classe	Valor	Energia por	Correção	Energia*	%
				/(un/ano)	unidade		/(sej/ano)	/(sej/sej)
Implantação								
1	Solo	J	N	$6,28 \times 10^{13}$	$2,21 \times 10^4$	1,00	$1,39 \times 10^{18}$	1,14%
2	Concreto	g	F	$2,46 \times 10^9$	$1,54 \times 10^9$	1,68	$6,37 \times 10^{18}$	5,21%
3	Geom. PEAD	g	F	$1,68 \times 10^9$	$8,85 \times 10^9$	1,00	$1,49 \times 10^{19}$	12,18%
Operação								
4	RSU	g	F	$6,35 \times 10^{11}$	$1,33 \times 10^7$	1,00	$8,45 \cdot 10^{18}$	6,91%
5	Britas	g	F	$2,68 \times 10^{10}$	$1,00 \times 10^9$	1,68	$4,50 \times 10^{19}$	36,79%
6	O ₂ para queima	g	R	$8,03 \times 10^{11}$	$5,16 \times 10^7$	1,00	$4,14 \times 10^{19}$	33,84%
7	Mão de obra	J	F	$6,26 \times 10^{11}$	$4,30 \times 10^6$	1,00	$2,69 \times 10^{18}$	2,20%
Energia Total							$1,22 \times 10^{20}$	100%

* Cálculos completos com o autor

A energia total do sistema corresponde a $1,22 \times 10^{20}$ sej/ano. Os recursos provenientes da economia (F) mais significativos são as britas, que representam 36,79%, e a geomembrana PEAD, 12,18%, ambas representam 48,97% do sistema.

A utilização do oxigênio (recurso renovável) para a queima do metano representa 33,84% da energia total do sistema.

A utilização do oxigênio (recurso renovável) para a queima do metano representa 33,84% da energia total do sistema.

Este estudo permitiu calcular a transformidade da energia elétrica que corresponde a $4,67 \times 10^3$ sej/J e a energia por unidade do processo de aterramento do RSU cujo valor é de $8,36 \times 10^{11}$ sej/m³.

De acordo com as Tabelas 1 e 2 apresentadas, os recursos são classificados em três categorias: renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F). Esta classificação dos insumos possibilita utilizar os indicadores da síntese em energia.

4 Indicadores

De acordo com as tabelas apresentadas neste capítulo, os recursos são classificados em três categorias: renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F). Esta classificação dos insumos possibilita utilizar os indicadores da síntese em energia.

Visualizam-se na Tabela 3 os resultados dos indicadores da síntese em energia para os sistemas estudados.

Tabela 3 - Resultados dos indicadores da síntese em energia.

Indicadores da Síntese em energia	Aterro sanitário com projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica
EYR	1,54
EIR	1,86
ELR	1,95
ESI	0,79
%R	33,88%

O EYR é um indicador capaz de fornecer um índice da habilidade que o sistema possui para explorar recursos energéticos locais da natureza.

O resultado aponta que o sistema explora de maneira pouco eficiente os recursos locais, embora utilize grande parte de O₂ (recurso renovável) para a queima do biogás.

O indicador investimento em energia (EIR) expressa a razão entre os insumos provenientes da economia (F) em relação aos recursos renováveis (R) e não renováveis (N) utilizados.

Por meio dos resultados deste indicador, podemos notar que os recursos provenientes na economia são utilizados quase que duas vezes mais em relação aos recursos renováveis e não renováveis.

Outro indicador utilizado é o Índice de Carga Ambiental (ELR), que avalia o estresse ambiental, quanto menor seu valor, menor o estresse causado pelo sistema ao meio ambiente (BROWN; ULGIATI, 2002). Nesse contexto, por meio do índice apresentado, podemos concluir que o sistema não causa grande estresse ao meio ambiente local.

O índice de Sustentabilidade (ESI) aponta que o sistema apresenta a sustentabilidade a curto prazo.

O indicador de Percentual de Renovabilidade (%R) mostra que o sistema do aterro sanitário com compensação ambiental e aproveitamento energético utiliza 33,88% de recursos renováveis.

Os resultados obtidos pelos indicadores para os sistemas em estudo podem ser mais bem observados quando se utiliza o diagrama ternário (BARRELA et al., 2005; ALMEIDA et al., 2005; GIANNETTI et al., 2006).

Observa-se no diagrama triangular, Figura 3, que o sistema do aterro sanitário com projeto de compensação ambiental e recuperação de biogás aproxima-se do índice de sustentabilidade.

A energia total do sistema do aterro sanitário com projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica é de $1,22 \times 10^{20}$ sej/ano. Nesse sistema, os recursos provenientes da economia (F) mais significativos se igualam aos recursos do sistema anterior, onde as britas representam 36,79% e a geomembrana PEAD 12,18%, ambas representam 48,97% do sistema.

A utilização do oxigênio (recurso renovável) para a queima do metano representa 33,84% da energia total do sistema.

Os resultados obtidos pelos indicadores para os sistemas em estudo podem ser mais bem observados quando se utiliza o diagrama ternário (BARRELA et al., 2005; ALMEIDA et al., 2005; GIANNETTI et al., 2006).

Observa-se no diagrama triangular, Figura 3, que o sistema do aterro sanitário com projeto de compensação ambiental não ocupa uma região de sustentabilidade.

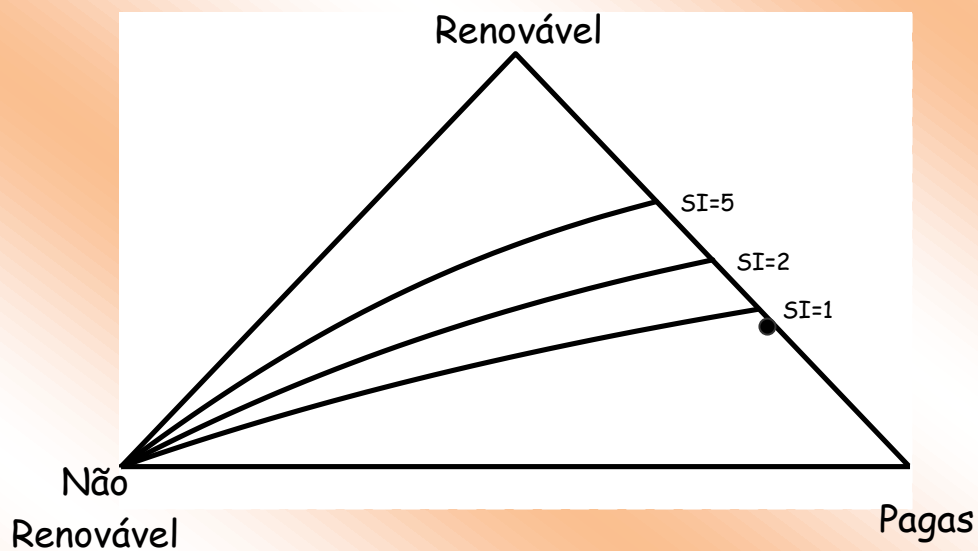


Figura 3 - Diagrama ternário dos sistemas do Aterro sanitário com Projeto de compensação ambiental e Aterro sanitário com Projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica.

5 Conclusão

O sistema do aterro sanitário Sítio São João com projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica, analisado pelos indicadores, demonstra que faz uso, em sua maioria, de recursos provenientes da economia. Este fato demonstra que o sistema explora de maneira pouco eficiente os recursos renováveis locais e se caracteriza como baixa sustentabilidade ou sustentabilidade a curto prazo.

Todavia, justifica-se o investimento desses insumos visto que o sistema é implantado com a finalidade de mitigar impactos ambientais ainda maiores, na cidade de São Paulo, caso os resíduos fossem depositados de forma inadequada.

Podemos concluir que a queima do biogás para a geração de energia elétrica mais amigável ao meio ambiente, à medida que faz maior uso de recursos naturais, contribui para que ele se torne mais amigável ao meio ambiente, pois contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, sem considerar o fator econômico, pois gera divisas ao município e ao sistema por meio da comercialização da energia elétrica produzida e pela venda de créditos de carbono (que não faz parte deste estudo).

Referências

- ARAÚJO, S. E. **Estudo do uso de recursos diretos e indiretos na coleta de resíduos sólidos urbano**. 164p, 2005. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Paulista (UNIP) São Paulo.
- BIOGÁS-SÃO JOÃO, 2009 – Informações fornecidas pelos engenheiros e funcionários da empresa Biogás-São João Energia Ambiental S.A.
- COELHO, O.; ORTEGA, E.; COMAR, V. **Balço de Energia do Brasil**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2002. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docente/ortega/livro/C05-Brasil-COC.pdf>>. Acesso em: 17 dezembro 2010.
- HAUKOOS, D. S. **Sustainable Architecture and It's Relationship to Industrialized Building**. Master Thesis, university of Florida, 1995 - p. 172) apud BURANAKARN, V. Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials Using the Emergy Analysis Method. December. University of Florida, 1998.
- MARIANO, M. O. H. **Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2001. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia São Carlos da Universidade de São Paulo, 408p.

ODUM, H. T. **Environmental accounting** – Energy and environmental decision making. Ed. John Wiley & Sons Ltd. p. 370, 1996

ROMITELLI, M. S. Energy analysis of the new Bolivian-Brazil gas pipeline (gasbol), Energy Synthesis – **Proceedings of the First Biennial Energy Analysis Research Conference**, Gainesville, Florida, Ed. Mark T. Brown, c.5, p. 53-70, 2000.

SILVA, C. C. **Estudo de caso de sistemas de tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais**. 110p. 2006. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Paulista (UNIP) São Paulo.

TCHOBANOGLIOUS, G.; O'LEARY, P. R. Landfilling. In: KREITH, F. **Handbook of Solid Waste Management**. New York: McGraw Hill, ISB 0.07-03-5876-1, 887p., 1994.

ULGIATI, S.; BROWN, M. T. Quantifying the environmental support for dilution and abatement of process emissions. The case of electricity production. **Journal of Cleaner Production**, 2002.

Tipo de Produção: Resumo completo

Título do Texto: Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro Sanitário

Autores: G. F. da Silva, C. M. V. B. de Almeida

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação : Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP - Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: *Produção, Produto e Consumo Sustentável: Estratégias de Avaliação*

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

CLUSTER DE ALTO DESEMPENHO: AGREGANDO VALOR À INFRAESTRUTURA COMPUTACIONAL DAS UNIVERSIDADES

Fábio Vieira do Amaral¹, Marcelo Nogueira², Fábio Luís Pereira³, Jair Minoro Abe⁴, Mariano Sérgio Pacheco Deangel⁵, Barbara de Souza Gutierrez⁶, Mario da Silva Quinello⁷

Abstract: This paper presents an alternative to idle computational resources of universities, by building high performance clusters, based on the Linux operating system. We developed eight cluster configurations, where the most interesting was the use of a notebook as server, which allows any researcher to the university to continue its research activities on any campus of the university. The remote server does boot the nodes, computers, laboratories, without requiring any special configuration, just the computer's BIOS that will participate in the cluster should be set to allow boot from the network card. The most significant result of processing was achieved with a weather application that needs to be processed at seven o'clock in the morning and seven o'clock at night to generate the prediction of the next day, in university labs processing time was reduced to forty minutes, using computers conventional.

Index Terms: Clustering, High Performance, High Performance Computing, Parallel Processing, Distributed Processing, Beowulf, OpenMosix, Distributed Operating System, Cluster, MPI and PVM.

Introdução

As universidades da área de tecnologia, em especial as que oferecem cursos voltados ao segmento de computação, dispõem de recursos computacionais, geralmente pouco explorados. Seus laboratórios de computadores, muitas vezes com taxas de ocupação ínfimas, poderiam oferecer suporte a aplicações de alta demanda computacional, ocupando seu tempo ocioso para pesquisas ou serviços especializados. Computador ocioso é ouro em pó, material bruto de alto potencial que precisa da genialidade do artesão para ganhar forma e valor.

1 Fábio Vieira do Amaral, Professor Adjunto (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, favamaral@gmail.com

2 Marcelo Nogueira, Coordenador dos cursos de Ciência da Computação, Sistemas de Informação e Pós-Graduação em Engenharia de Software (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, marcelo@noginfo.com.br

3 Fábio Luís Pereira, Professor (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, f.luis01@gmail.com

4 Jair Minoro Abe, Professor (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, jairabe@uol.com.br

5 Mariano Sérgio Pacheco Deangel, Mestrando (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, msp.angelo@gmail.com.br

6 Barbara de Souza Gutierrez, Mestranda (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, ba.gutierrez@yahoo.com.br

7 Mario da Silva Quinello, Mestrando (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, marioquinello@hotmail.com

Este texto trata da preparação de uma infraestrutura para esse fim: a construção de um cluster de computadores, baseado em PCs e em pacotes de software disponíveis para o sistema operacional Linux. O propósito é disponibilizar recursos computacionais semelhantes aos proporcionados por supercomputadores capazes de solucionar problemas complexos e testar modelos formulados por pesquisadores da universidade. É brindar alunos com a visão real de sistemas de processamento distribuído, com ambiente para o desenvolvimento de softwares baseados em arquiteturas de processamento paralelo, com a chance de conduzir experimentos e o entendimento de arquiteturas não triviais de redes, melhorando a compreensão de disciplinas no âmbito da Ciência ou Engenharia de Computação. Vale ressaltar que o sistema foi montado sem necessidade de investimentos adicionais pela universidade. Ao contrário, a universidade que apostou na equipe e abriu espaço para a implementação, hoje tem o reconhecimento das parceiras e convites para colaborar na implantação da mesma solução em suas instalações. Além disso, a instalação pode tornar-se lucrativa, caso a universidade a transforme em um negócio e decida-se pela locação do serviço a empresas ou a terceiros ou pode facilitar a formação de contratos de parcerias com empresas ávidas por produtos de alta tecnologia.

Multicomputadores

Conjunto de CPUs fortemente acoplados que não compartilham memória. Cada CPU tem sua própria memória local. Esses sistemas são conhecidos por uma variedade de outros nomes, como computadores cluster e COWS (clusters of workstations – clusters de estações de trabalho). Multicomputadores são fáceis de construir porque o componente básico consiste em apenas um Computador Pessoal (PC) puro com a adição de uma placa de interface de rede. Obviamente, o segredo da obtenção de alto desempenho é projetar de modo eficiente a rede de interconexão e a placa de interface. Esse problema é análogo à construção de memória compartilhada em um multiprocessador. Contudo, o objetivo é enviar mensagens em um tempo na escala de microssegundos, em vez de acessar a memória em um tempo na escala de nanossegundo, sendo assim mais simples, barato e fácil de implementar [1]. Na sua forma mais básica, um cluster é um sistema que compreende dois ou mais computadores ou sistemas (denominados nodos) que trabalham em conjunto para executar aplicações ou realizar outras tarefas, de tal forma que os usuários do agrupamento de máquinas tenham a impressão de que somente um único sistema responde para eles, criando a ilusão de um recurso único (computador virtual)[2].

Em vez de contar com máquinas personalizadas e redes personalizadas para construir máquinas maciçamente paralelas, a introdução de switches como parte da tecnologia de rede significou que a

alta largura da banda de rede e o aumento de escala das redes estavam disponíveis a partir de componentes prontos. Quando combinada com o uso de computadores desktop e discos como dispositivos de computação e armazenamento, poderia ser criada uma infraestrutura de computação muito menos dispendiosa, capaz de resolver problemas muito grandes. Além disso, pela natureza de seus componentes, os clusters têm muito mais facilidade para aumentar de escala e para isolar falhas[3].

Desafios de Desempenho dos Clusters

Uma desvantagem dos clusters consiste na sua conexão ao barramento de E/S do computador, enquanto os multiprocessadores em geral são conectados ao barramento de memória do computador. O barramento de memória tem largura de banda mais alta e latência muito mais baixa, permitindo que os multiprocessadores percorram o link de rede a uma velocidade muito mais alta e tenham menor número de conflitos com o tráfego de E/S em aplicações que fazem uso intensivo de E/S. Esse ponto de conexão também significa que os clusters geralmente utilizam comunicação baseada em software, enquanto os multiprocessadores empregam hardware para comunicação. Porém, ela cria conexões não padronizadas e conseqüentemente mais caras.

Uma segunda deficiência é a divisão de memória: um cluster de N máquinas tem N memórias independentes e N cópias do sistema operacional, mas um multiprocessador de endereços compartilhados permite a um único programa utilizar quase toda a memória do computador. Desse modo, um programa sequencial em um cluster tem 1/ N-ésimo da memória disponível, em comparação com um programa sequencial em um multiprocessador de memória compartilhada. É interessante observar que a queda nos preços de DRAMs baixou tanto os custos das memórias que essa vantagem do multiprocessador se tornou muito menos importante em 2001 do que era em 1995. A principal questão em 2001 era saber se a memória máxima por nó de cluster era suficiente para a aplicação[3].

Segurança e Vantagens de Escalabilidade dos Clusters

A deficiência de existirem memórias separadas para o tamanho dos programas se transforma em um ponto forte no que se refere à disponibilidade e expansibilidade do sistema. Tendo em vista que um cluster consiste em computadores independentes conectados por uma rede local, é muito mais fácil substituir uma máquina sem provocar a queda do sistema em um cluster que em um multiprocessador de memória compartilhada. Fundamentalmente, o endereço compartilhado significa

que é difícil isolar um processador e substituir um processador sem um trabalho significativo por parte do projetista do sistema operacional e do hardware. Como o software do cluster é uma camada que funciona sobre os sistemas operacionais locais em execução em cada computador, é muito mais simples desconectar e substituir uma máquina desativada. Dado que os clusters são construídos a partir de computadores inteiros e de redes escaláveis independentes, esse isolamento também facilita a expansão do sistema sem provocar a queda da aplicação que funciona no cluster. A alta disponibilidade e a extensibilidade rápida e incremental fazem dos clusters uma opção atraente para provedores de serviços da World Wide Web[3].

Prós e Contras do Custo dos Clusters

Uma desvantagem dos clusters tem sido o custo da propriedade. A administração de um cluster de N máquinas se aproxima do custo de administração de N máquinas independentes, enquanto o custo de administração de um multiprocessador de espaço de endereços compartilhado com N processadores está perto do custo da administração de uma máquina de grande porte.

Outra diferença, entre as duas opções tende a ser o preço da capacidade de computação equivalente para máquinas em grande escala. Tendo em vista que multiprocessadores em grande escala têm volumes pequenos, os custos extras de desenvolvimento de máquinas grandes devem ser amortizados sobre outros sistemas, o que resulta em um custo mais elevado para o cliente. Além disso, a curva de aprendizado industrial diminui o preço dos componentes usados no mercado de PCs de alto volume. Tendo em vista que os mesmos switches vendidos em alto volume para pequenos sistemas podem ser compostos para construir grandes redes destinadas a grandes clusters, os switches de redes locais têm as mesmas vantagens de economia de escala dos computadores de pequeno porte.

Originalmente, o particionamento da memória em módulos separados em cada nó era uma desvantagem significativa dos clusters, pois divisão significa uso menos eficiente da memória que em um computador com endereços compartilhados. A incrível queda de preço da memória reduziu essa deficiência, alterando de forma drástica o equilíbrio em favor dos clusters [3].

Buscando o Melhor de Ambos os Mundos

Ocorre com frequência quando há duas soluções concorrentes, cada lado tenta tomar emprestadas ideias do outro lado, a fim de se tornar mais atraente.

Em um lado da batalha, para combater a deficiência de alta disponibilidade dos multiprocessadores, os projetistas de hardware e os desenvolvedores de sistemas operacionais estão tentando oferecer a habilidade para executar vários sistemas operacionais em porções da máquina completa. O objetivo é evitar que a falha de um nó ou sua atualização desative a máquina inteira. No outro lado do campo de batalha, como os limites de administração do sistema e de tamanho da memória são aproximadamente lineares no número de máquinas independentes, alguns pesquisadores estão reduzindo os problemas dos clusters elaborando-os a partir de multiprocessadores de memória compartilhada em pequena escala[3].

Popularidade dos Clusters

O baixo custo, o ajuste da escala e o isolamento de defeitos demonstram ser uma opção perfeita para as empresas que fornecem serviços pela Internet desde a metade da década de 1990. Aplicações da Internet como mecanismos de busca e servidores de correio eletrônico se adaptam a computadores mais livremente acoplados, pois o paralelismo consiste em milhões de tarefas independentes. Conseqüentemente, empresas como Amazon, Google, Hotmail, Inktomi, WebTV e Yahoo confiam em clusters de PCs ou estações de trabalho para fornecer serviços utilizados por milhões de pessoas todos os dias[3].

No Brasil, empresas como Petrobrás (na prospecção de petróleo) e Embraer (simulação de aviões) utilizam a tecnologia de cluster.

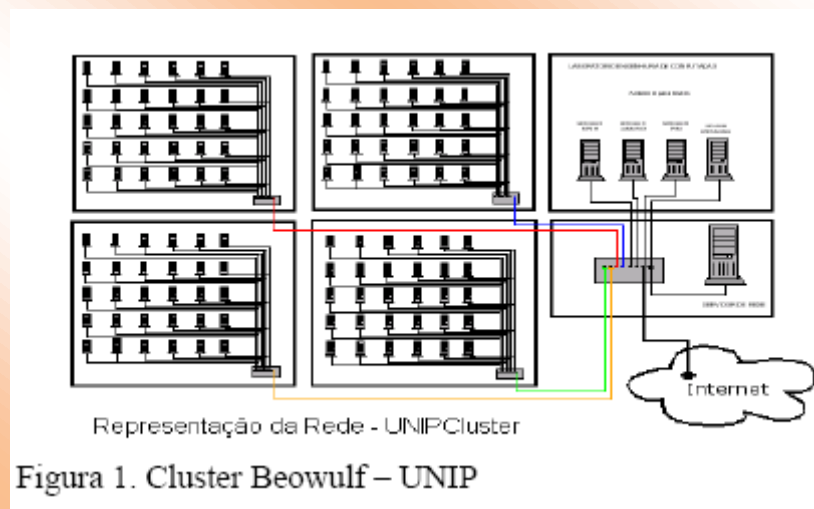
Segundo a lista dos 500 computadores mais rápidos do mundo (www.top500.org) em junho de 2011, 87 deles eram formados por computadores paralelos (MPP) e 411 formados por clusters.

Cluster Beowulf

Tem como premissas utilizar somente software livre, bibliotecas de passagem de mensagem (PVM e MPI e derivadas), utilizar computadores convencionais, que independem de fabricante; quanto mais homogêneos os computadores melhor, a diferença de hardware entre os computadores pode causar perda de desempenho. A aplicação que pretende utilizar o cluster deve ser desenvolvida especialmente para trabalhar com cluster, utilizando as bibliotecas `mpi.h` ou `pvm.h` no caso da linguagem de programação C.

Cluster Unipcluster

A Figura 1 mostra o modelo de rede adotado pelos laboratórios de informática do Centro de Tecnologia da UNIP (Universidade Paulista). A foto mostra um esboço dos laboratórios de uso comum utilizados pelo UNIPCluster, o laboratório da Eng. da Computação, onde se encontram os servidores do cluster e a sala onde se encontra o servidor da rede do Centro de Tecnologia da UNIP. Cada laboratório é composto por 30 computadores e por 1 ou 2 switches, que se conectam aos computadores internos ao laboratório e ao switch do computador central da rede. Por sua vez os servidores do cluster se conectam ao switch do servidor da rede, fato que permite o acesso aos 12 laboratórios do Centro de Tecnologia.



A Figura 2 apresenta os servidores utilizados pelo UNIPCluster e um Workstation Sun Blade cedido pela empresa Sun Microsystems para estudos comparativos.



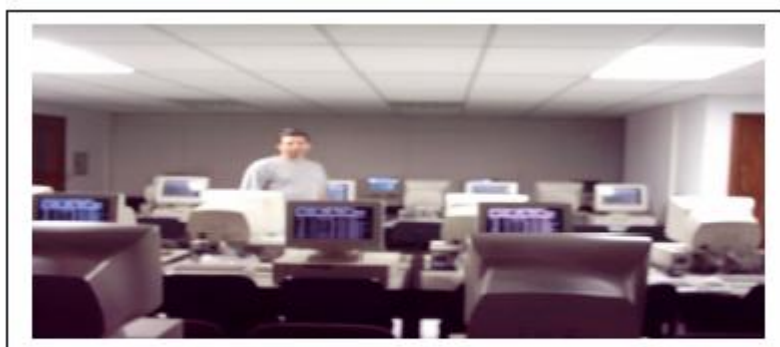


Figura 3. Laboratório de Informática processando a renderização de uma animação

- A primeira etapa do processo de funcionamento do cluster consiste na configuração da rede, através da distribuição de um número IP para os nós participantes do cluster. Esta tarefa será realizada através do boot remoto pela rede e da utilização de um servidor DHCP.
- A segunda etapa consiste em transferir do servidor UNIPCluster o sistema operacional – Linux distribuição Debian, através do TFTP.
- A terceira etapa será verificar quais máquinas compõem a rede do cluster, deve-se levar em consideração que o UNIPCluster pode utilizar de 1 a 320 nós, para esta tarefa foi desenvolvido um script para o escaneamento da rede.
- A quarta etapa consiste na execução da aplicação pelo UNIPCluster, que depende da distribuição do processo para os vários nós do cluster, operações de monitoramento podem ser realizadas (Figuras 4, 5 e 6).

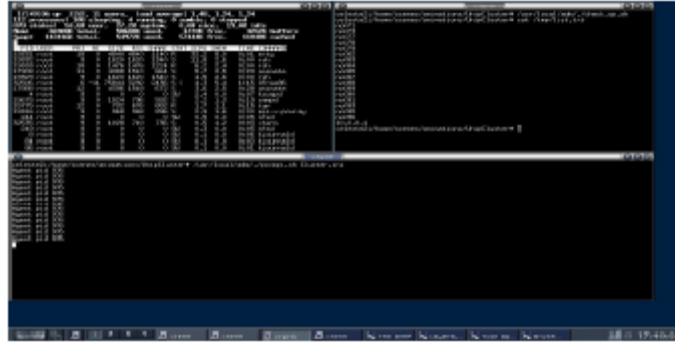


Figura 4. Distribuição dos processos para os nós.

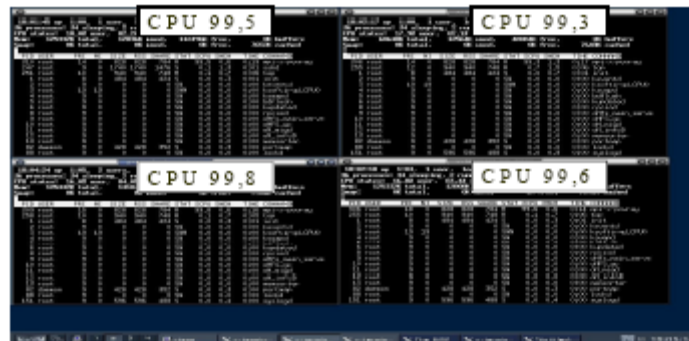


Figura 5. Monitoramento de CPU e Memória dos nós.

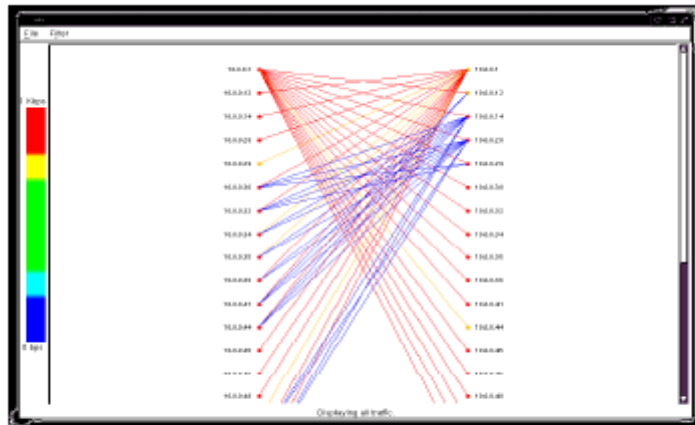


Figura 6. Monitoramento da comunicação entre o servidor e os nós.

Cluster Notecluster

A proposta deste modelo de cluster foi substituir o servidor – desktop – por um notebook. Na UNIP esta configuração permite aproveitar a infraestrutura dos laboratórios de informática em qualquer um de seus campi. Na FIT (Faculdade Impacta) foi possível construir um cluster utilizando como hardware placas mãe, placas de rede, processadores e memória na construção dos nós (Figura 7).



Figura 7. NoteCluster utilizando rack com placas.

Conclusão

O projeto cluster ampliou o espectro de opções de utilização dos laboratórios ociosos da universidade para além das finalidades didáticas. Foi possível atingir uma capacidade de processamento superior a de uma empresa, como a Somar Meteorologia, que utiliza o processamento em cluster para prestação de serviço, demonstrando ser possível processar aplicações computacionais intensivas como o RAMS, aplicação utilizada na previsão do tempo. O RAMS processa durante 7 horas no período da manhã e mais 7 horas no período noturno para realizar suas previsões meteorológicas. O cluster UNIPCluster utilizando 83 computadores reduziu o tempo de processamento do RAMS para 40 minutos com computadores convencionais dos laboratórios de informática. Este projeto equipou a universidade com uma ferramenta de grande poder computacional, com um relevante atributo: sua mobilidade, garantida pelo desenvolvimento da configuração denominada NoteCLUSTER, permite a um pesquisador processar suas aplicações em qualquer um dos 27 campi da universidade, bastando para isso, dispor de um notebook, e que a configuração da BIOS dos laboratórios de informática permita o boot remoto. Das oito configurações de cluster desenvolvidas, a mais simples formada pela configuração de um sistema de arquivos em rede (NFS), configuração de rede convencional (IP), utilização de um mecanismo de acesso remoto (SSH ou RSH), biblioteca de passagem de mensagem (MPICH), aplicativo de gerenciamento de Cluster (Smile Cluster) e aplicativo de renderização de imagens (Pov Ray) foi incorporada da ementa da disciplina de Sistemas de Distribuídos, onde os alunos podem presenciar o processamento distribuídos entre diversos computadores. Tal configuração, denominada de Cluster Rápido, pode ser implementada em quatro aulas de 50 minutos em qualquer laboratório de informática que possua o sistema operacional Linux instalado.

References

- [1] TANENBAUM, A. S. **Sistemas Operacionais Modernos**, 3ª. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2010.
- [2] PITANGA, M. **Construindo supercomputadores com Linux**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.
- [3] HENNESSY, J.; PATTERSON, D. **Arquitetura de Computadores**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2009. 292p.
- [4] AMARAL, F. V. **Cluster de alto desempenho**: agregando valor à infraestrutura computacional das universidades. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Computação – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.ipt.br/_externo.php?url=http://aleph.ipt.br/F>. Acesso em: 10 junho 2010.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: *Cluster de Alto Desempenho: Agregando Valor à Infraestrutura Computacional das Universidades*

Autores: F. V. Amaral; M. Nogueira; F. L. Pereira; J. M. Abe; M. S. P. Angelo; B.S. Gutierrez, M. S. Quinello

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Conference on Engineering and Computer Education, ICECE 2011*

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 177-181

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

COLETA SELETIVA COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS: A EXPERIÊNCIA DO MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP

G. V. B. Simões ^a, J. L. Ferraz ^b, S. D. Mancini ^c, S. H. Bonilla ^d, W. A. Bizzo ^e

a. Universidade Paulista – São Paulo – T_GSimoes@sorocaba.sp.gov.br

b. Universidade de Sorocaba – Sorocaba – jose.ferraz@prof.uniso.br

c. Universidade Estadual Paulista – Sorocaba – mancini@sorocaba.unesp.br

d. Universidade Paulista – São Paulo – bonilla@unip.br

e. Universidade Estadual de Campinas – Campinas – bizzo@fem.unicamp.br

Resumo: Este estudo tem por objetivo demonstrar a experiência de implantação e a evolução de um Programa de Coleta Seletiva realizado em um município brasileiro de aproximadamente 600.000 habitantes – Sorocaba / SP. O “Programa de Coleta Seletiva – Reciclando Vidas” teve início no ano de 2007 e foi incorporado como instrumento de política pública municipal através da realização de Termos de Parcerias entre o Poder Público e as Entidades Civas envolvidas e através da inserção do mesmo como Projeto Prioritário de Governo do Município. Para realização da pesquisa foi efetuada uma investigação documental visando levantar informações sobre a legislação municipal em relação às políticas públicas locais relacionadas à coleta seletiva em Sorocaba e para obtenção de documentos e dados relativos à evolução do programa. Também foi realizada uma pesquisa de campo envolvendo visitas às cooperativas para obtenção de dados reais relacionados às operações de coleta e triagem dos materiais, aos métodos de trabalho adotados e aos resultados obtidos por cada uma das cooperativas envolvidas no sistema. Os estudos realizados demonstraram que o processo de evolução do Programa pode ser caracterizado por três etapas bem definidas. A primeira, envolvendo a estruturação legal e institucional do programa e o início das atividades operacionais das cooperativas. A segunda, envolvendo a mecanização do sistema que resultou no aumento da produtividade da coleta seletiva e uma terceira etapa caracterizada pela expansão produtiva do sistema que promoveu um significativo aumento na renda e no número de cooperados no município.

Palavras-chave: reciclagem, coleta seletiva, cooperativas de reciclagem, políticas públicas municipais.

1 Introdução

Para Oliveira Neto, Petter e Cortina (2009), em países em desenvolvimento os aterros sanitários deverão continuar como alternativa de disposição por muito tempo, a despeito dos esforços relativos à melhora de sistemas de coleta seletiva e outras formas de diminuição da quantidade de resíduos gerados. No Brasil, colabora para esta realidade, o fato de que a população cresce em média 1% ao ano e a geração dos resíduos domésticos 3%.

Porém, é sensível no país nos últimos anos que a separação de resíduos na fonte e a consequente coleta seletiva na porta de cada unidade geradora (residência, por exemplo) começou a se tornar praticamente uma obrigação do município e da municipalidade, de modo a tornar a gestão de resíduos mais preocupada com aspectos como: escassez de recursos naturais, esgotamento de locais de destinação final de lixo e criação ou reforço da reciclagem como atividade econômica e geradora de trabalho e renda. Segundo a última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, eram 994 (de um total de 5.564) os municípios que operavam programas de coleta seletiva no país em 2008 (IBGE, 2010). A Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprovada em 2010, também aponta na direção do aumento da coleta seletiva no Brasil, inclusive colocando a obrigação do cidadão comum em participar de programas implantados (BRASIL, 2010).

A montagem de um sistema de coleta seletiva num município é uma tarefa complexa. Um dos motivos é que pode já haver iniciativas de coleta de, ao menos, alguns tipos de resíduos. Essas iniciativas geralmente estão atreladas a um comércio de sucatas local ou regional que recebe resíduos de clientes, que podem ser desde oficinas mecânicas, fábricas, catadores, cidadãos em geral, escolas etc. Estas não devem ser desestimuladas pelo sistema a ser empregado, pelo contrário, devendo, na medida do possível, serem incorporadas a ele. Caso não seja possível incorporar todas as iniciativas de coleta seletiva existentes, estas devem ser respeitadas para que o sistema municipal não as atrapalhe.

Quando a municipalidade decide implementar um programa de coleta seletiva no município deve também ser feito um estudo cuidadoso visando dar capilaridade ao sistema, de modo que todos os geradores possam participar separando e encaminhando para a reciclagem a maior parte possível dos resíduos. Caso sejam detectadas regiões em que nenhuma atividade de coleta seletiva possa ser incorporada ao sistema, novas iniciativas devem ser nucleadas.

Uma das opções para a implantação de um sistema municipal de coleta seletiva é a contratação de uma ou mais empresas para passar periodicamente em pontos de entrega estabelecidos ou de porta em porta. Nesses casos, a remuneração pela comercialização dos resíduos separados e eventualmente beneficiados pode contribuir para a sustentação do programa. A incorporação das iniciativas de

coleta seletiva existentes, nesse caso, pode se limitar, por exemplo, à contratação de catadores de resíduos autônomos para trabalharem na(s) empresa(s).

Outra opção seria favorecer a criação de cooperativas de catadores que poderiam ser auxiliadas pelo Poder Público numa primeira instância, mas que devem buscar, com o tempo, a autossustentabilidade financeira com a venda dos resíduos coletados no município (DO CARMO & OLIVEIRA, 2010).

O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência de Sorocaba-SP, município brasileiro de aproximadamente 600.000 habitantes, na implantação de um Sistema de Coleta Seletiva com vistas à sustentabilidade. Para tanto, será contextualizado o panorama inicial das atividades de coleta seletiva anteriores à implantação do sistema. O sistema adotado será descrito, identificando a participação dos diversos atores sociais envolvidos e apresentando resultados da primeira etapa, quando os cooperados realizavam o trabalho no modelo adotado. Resultados de uma segunda etapa, onde a coleta seletiva da cidade foi mecanizada também serão apresentados, além das perspectivas futuras de evolução e melhoria do sistema.

2 Metodologia

Para esta pesquisa foram realizados estudos preliminares pela Prefeitura Municipal de Sorocaba, através da Secretaria de Parcerias – SEPAR, em conjunto com pesquisadores da Universidade Estadual Paulista – Unesp e da Universidade de Sorocaba.

Inicialmente, foi realizada uma investigação documental para levantar informações sobre a legislação municipal em relação às políticas públicas locais relacionadas à coleta seletiva em Sorocaba. As informações levantadas demonstraram que o processo de estruturação das leis municipais sobre a coleta seletiva teve início em 1995 com a Lei nº 4.942/95, que estabeleceu a obrigatoriedade para a Prefeitura Municipal de implantar e manter recipientes para a coleta de materiais recicláveis no município. Posteriormente, a Lei nº 5006/95 regulamentou a coleta seletiva dos resíduos comerciais e residenciais. Em 1996, a Lei nº 5.192 revogou as leis anteriores e instituiu a coleta seletiva no âmbito do município.

Para esta pesquisa também foram analisados documentos que permitiram a obtenção de informações sobre o histórico da implantação da coleta seletiva na cidade. Verificou-se que no princípio a coleta seletiva era realizada de maneira informal por catadores autônomos e através de iniciativas esparsas (em escolas e comunidades religiosas, por exemplo). Identificou-se também a existência da Cooperativa de Reciclagem de Sorocaba – CORESO, atuante desde 1999 e apoiada pelo Centro de Estudos e Apoio ao Desenvolvimento Emprego e Cidadania – CEADDEC. A

cooperativa funcionava sem a interferência do Poder Público local, e com isso atendia a uma pequena parte da população que se dispunha a separar e doar o material para os cooperados. O modelo adotado pela CORESO consistia na coleta seletiva dos materiais recicláveis “porta a porta”, utilizando-se carrinhos manuais.

A fase de estruturação do atual programa de coleta seletiva municipal, objeto deste estudo, inicia-se no ano de 2006. O marco inicial é estabelecido a partir de um encontro realizado em janeiro de 2006, entre a Secretaria de Parcerias, a Secretaria de Obras, as Universidades e as Entidades Sociais relacionadas com a coleta seletiva. O intuito foi discutir sobre a elaboração de um programa de coleta seletiva municipal como Projeto Prioritário de Governo do Município de Sorocaba e incorporá-lo ao Plano Orçamento votado anualmente pela Câmara Municipal. Foram fixados os objetivos do programa e o seu sistema de funcionamento, definindo-se também os processos e estratégias para a criação das cooperativas e formalização de parcerias. As entidades parceiras, em especial universidades e entidades sociais, ficariam com a responsabilidade de criar as cooperativas e o Poder Público por dar suporte e auxiliar na busca de apoio, de forma a caracterizar o Programa como um instrumento de política pública municipal. A proposta do Programa foi aprovada, efetivando-se como Projeto Prioritário de Governo intitulado “Programa de Coleta Seletiva – Reciclando Vidas”, ao qual são destinados recursos de investimentos e custeios desde 2007.

Durante o processo de legalização e estruturação das cooperativas, a Prefeitura Municipal dividiu o município de Sorocaba em seis setores. O critério de escolha foi baseado no agrupamento de regiões com quantidades semelhantes de residências e, portanto, quantidades provavelmente semelhantes de resíduos sólidos domiciliares (RSD) gerados e potencialmente recicláveis. A partir de então, as seis regiões foram distribuídas para a CORESO e para outras três cooperativas que foram criadas para a estruturação do Programa: CATARES, ECOESO e REVIVER.

Também foi realizada uma pesquisa de campo envolvendo contatos e visitas às cooperativas para levantar dados reais relacionados às operações de coleta e triagem dos materiais, os métodos de trabalho adotados e os resultados obtidos por cada uma das cooperativas envolvidas no sistema. Foram obtidos dados da quantidade de material coletada na cidade, do número de trabalhadores envolvidos e da renda mensal de cada cooperado nos anos de 2008, 2009 e 2010. Uma análise crítica dos dados foi realizada para verificar a evolução do modelo adotado e seus impactos na produção e produtividade do sistema, bem como na humanização do sistema, na inclusão social e na geração de trabalho e renda.

3 Resultados e Conclusões

3.1 Termo de Parceria

Um instrumento jurídico e legal, chamado Termo de Parceria, foi instituído pelo Poder Público Municipal para formalizar a associação dos atores envolvidos no “Programa de Coleta Seletiva – Reciclando Vidas”. Esse Termo teve como objetivo assegurar a continuidade dos trabalhos e o compromisso dos parceiros, bem como determinar metas e responsabilidades. Dentre as metas elencadas, destacam-se: número de residências a serem abrangidas, quantidade de material reciclável coletado, renda de catadores, divulgação do programa para a população, apoio a educação de cooperados e parcerias com indústria e comércio de Sorocaba. Para o monitoramento, foi estabelecida a obrigatoriedade do fornecimento de informações bimestrais à Secretaria de Parcerias, designada pelo Poder Executivo como gestora do Programa.

3.2 Determinação das Responsabilidades e Abrangências

A Figura 1 apresenta o mapa da cidade de Sorocaba e a divisão do município em seis grandes setores e a respectiva responsabilidade de cada uma das quatro cooperativas.

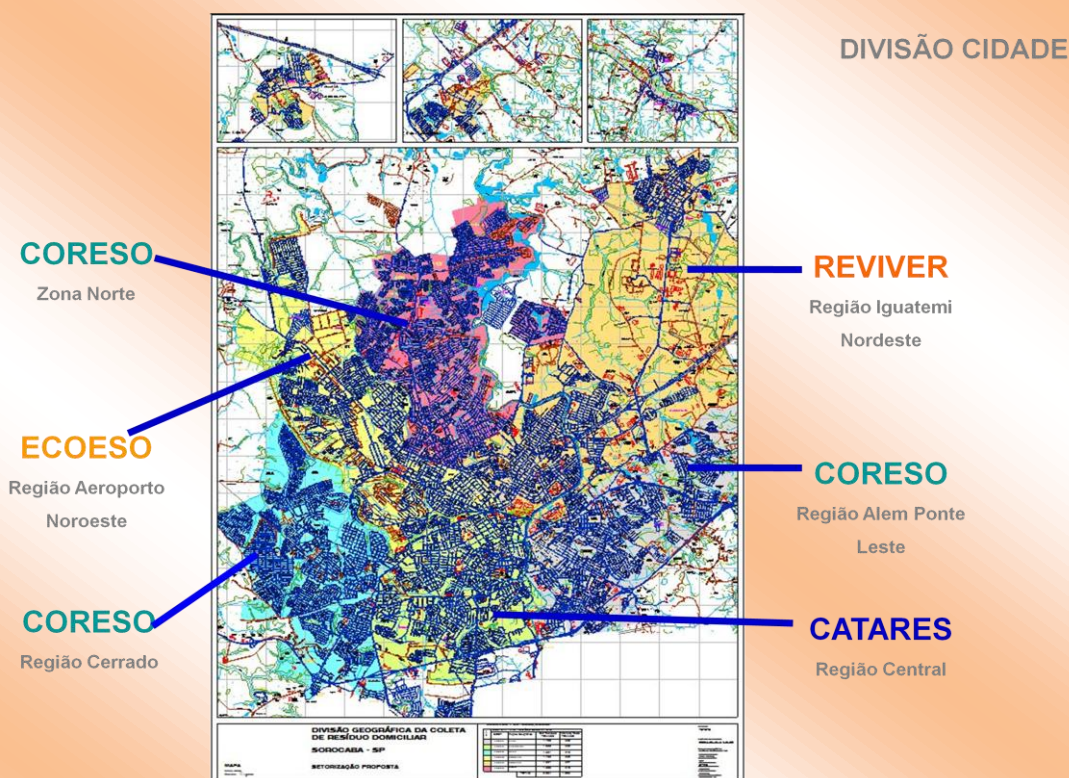


Figura 1 – Divisão da cidade por setores e cooperativas.

Observa-se pela Figura 1 que à CORESO, cooperativa existente anteriormente à implantação do Programa, coube as regiões norte, leste e oeste. Às cooperativas que foram formadas em 2007, couberam as regiões nordeste (REVIVER), noroeste (ECOESO) e centro-sul (CATARES).

Para o início das novas cooperativas e ampliação de atividades da cooperativa existente, a Prefeitura de Sorocaba disponibilizou, para cada cooperativa, através de Termos de Parcerias e Termos de Cessão, os seguintes itens, cujo valor estimado é de aproximadamente R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais) por cooperativa:

- locação de barracão de aproximadamente 400m² ou mais;
- prensa com capacidade para 15 toneladas;
- caminhão com gaiola e baú, usado para o auxílio no transporte de grandes volumes entre ilhas de acúmulo de material nos bairros e a sede da cooperativa;
- elevador de fardos;
- transportador hidráulico;
- bancadas para separação;
- uniformes;
- equipamentos de Proteção Individual (EPI);
- geladeira;
- computador;
- impressora;
- balanças.

Foi realizada uma campanha de conscientização da população da cidade quanto à importância da separação do material reciclável em casa e da contribuição do sistema a ser implantado. Para não gerar expectativas que poderiam não ser atingidas, optou-se por realizar uma divulgação local do Programa, pelos próprios cooperados e seus parceiros.

3.3 Evolução dos Resultados

No início das atividades do Programa, pouca coisa mudou, pois as novas cooperativas, juntamente com a que já existia, mantiveram a mesma sistemática de trabalho: cooperados continuavam coletando nas residências puxando carrinhos que podiam atingir 300 kg no fim da coleta.

Ao final de 2008 e em grande parte de 2009, a crise financeira mundial também atingiu o mercado de recicláveis, o que fez os valores de comercialização dos resíduos diminuírem, causando o êxodo dos cooperados devido à queda da remuneração. Parte das residências deixou de ser atendida e o material coleta não teve saída para a comercialização. Neste cenário, identificou-se a necessidade

de antecipar os planos de melhorias operacionais do Programa, implementados a partir de 2009, quais sejam:

- mecanização da coleta porta a porta, eliminando a tração humana;
- aumento da frota de caminhões (um caminhão baú por cooperativa);
- distribuição de sacos de rafia de 70 L retornáveis, específicos do programa, para os moradores acondicionarem os resíduos;
- capacitação para os cooperados e para a administração da cooperativa;
- fornecimento de combustível para os caminhões (300 L de óleo diesel por mês por cooperativa);
- distribuição de 50 bicicletas para cooperados, visando facilitar a locomoção até a sede das cooperativas.

Como já comentado, no início do Programa, a sistemática de trabalho adotada consistia na utilização de carrinhos manuais, o que criou, por parte dos cooperados, uma certa resistência em alterar esta sistemática. Isto porque muitos deles eram catadores informais em períodos anteriores e já possuíam uma rota de coleta com os moradores do bairro. Ao longo do ano de 2008, uma série de treinamentos e capacitações sobre cooperativismo e geração de trabalho e renda foram oferecidos aos membros das cooperativas visando promover uma mudança de cultura que permitisse a passagem para a coleta mecanizada. O impacto da crise econômica na renda dos cooperados parece ter catalisado a mudança, que consistiu no uso do caminhão existente para a coleta porta a porta, eliminando-se gradativamente, a partir do primeiro semestre de 2009, o uso dos carrinhos manuais. A posterior evolução dos resultados com a nova sistemática impulsionou a municipalidade a aumentar o apoio, fornecendo combustível e novos caminhões para as cooperativas.

A Tabela 1 apresenta a evolução da quantidade de material reciclável coletado pelas cooperativas de Sorocaba nos anos de 2008, 2009 e 2010.

Tabela 1 – Quantidade de material reciclável coletado pelas cooperativas, de 2008 a 2010.

	Ano		
	2008	2009	2010
Material Coletado (kg/ano)	1.184.761,75	1.260.982,69	2.221.451,04

Observa-se, pela Tabela 1, que durante todo o processo de evolução do Programa, houve aumento na quantidade de material reciclável: em 2008, quando a coleta era realizada com carrinhos manuais, o resultado foi de 1.184.765,75 kg de material coletado nas residências, contra praticamente o dobro em 2010, quando a coleta mecanizada já estava implantada

Esse aumento teve vários motivos e não somente a maior capacidade dos caminhões em relação aos carrinhos. Um dos principais é que, no sistema de tração manual, raramente os trabalhadores suportavam mais de 4 horas de trabalho, enquanto com o caminhão, a coleta nas residências passou a ser organizada em período de até 08 h/dia. Também foi possível agregar mais pessoas ao processo de triagem, já que com a maior eficiência na coleta, mais material foi enviado às cooperativas para ser separado e posteriormente enviado para comercialização. A Tabela 2 apresenta a evolução do número de cooperados nos anos de 2008 a 2010 nas 4 cooperativas de Sorocaba. Observa-se um aumento de praticamente 70% no número de cooperados no decorrer dos anos de 2008 a 2010.

Tabela 2 – Número Médio de Cooperados em Sorocaba nos anos de 2008, 2009 e 2010.

	Ano		
	2008	2009	2010
Cooperados (número médio)	56	66	95

A Tabela 3 apresenta a evolução da renda média *per capita* dos cooperados envolvidos no Programa de Coleta Seletiva de Sorocaba nos anos de 2008, 2009 e 2010.

Tabela 3 – Renda Média Mensal por Cooperado em Sorocaba nos anos de 2008, 2009 e 2010.

	Ano		
	2008	2009	2010
Renda Média por Cooperado (R\$ / mês)	378,47	424,08	692,86

Observa-se, pela Tabela 3, que do início da medição dos dados de 2008 até 2010, a coleta seletiva trouxe um aumento de 83% na renda de cada cooperado. Descontada a inflação do período medida pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor, que mede o aumento da inflação para

famílias de um a seis salários mínimos (IBGE, 2011), de 18,03%, observa-se um aumento real de cerca de 55% na renda dos trabalhadores cooperados de Sorocaba. Em 2010 esta renda mensal ultrapassou, pela primeira vez desde 2008, o salário mínimo nacional praticado em cada ano (DIEESE, 2010), sendo aproximadamente 36% superior. Em 2008 e 2009, a renda obtida pelos cooperados de Sorocaba foi de 91% do salário mínimo vigente.

A Tabela 4 apresenta os resultados da produtividade da coleta seletiva por cooperado, ou seja, a quantidade de material coletado dividida pelo número de cooperados nos anos de 2008, 2009 e 2010.

Tabela 4 – Produtividade Média de Cada Cooperado de Sorocaba nos anos de 2008, 2009 e 2010.

	Ano		
	2008	2009	2010
Produtividade			
(kg / cooperado.ano)	17.950,94	22.517,55	23.383,70

Observa-se, pela Tabela 4, que de 2008 a 2010 houve um aumento de cerca de 30% na produtividade. Esse aumento, porém, foi bem menor de 2009 para 2010 (3,8%) do que o observado de 2009 para 2008 (25%).

Analisando conjuntamente as Tabelas 1 a 4 com o histórico do Programa, o processo de evolução do mesmo pode ser caracterizado por três etapas bem definidas:

- primeira etapa: foi realizada a estruturação legal do programa e o início das atividades operacionais das cooperativas;
- segunda etapa: foi implementada a mecanização do sistema resultando um evidente aumento da produtividade e melhoria nas condições de trabalho;
- terceira etapa: consolidação e expansão do sistema promovendo um significativo aumento na renda e no número de cooperados.

Dessa forma, de 2008 para 2010 aumentou-se tanto a quantidade de material coletado, como o número de cooperados e a renda *per capita* destes. Ainda, deve-se ressaltar a melhora nas condições de trabalho, principalmente ao eliminar a tração humana.

4 Conclusão

Este trabalho teve o objetivo de apresentar uma experiência brasileira de gestão de sistema de coleta seletiva, em um município de médio porte com 600.000 habitantes. O “Programa de Coleta Seletiva – Reciclando Vidas”, foi analisado sob a ótica de três fases sendo: a primeira fase caracterizada pelo início de uma política pública sob uma sistemática de Coleta Seletiva já existente, sendo cooperativa de catadores de materiais recicláveis que tinham o processo de coleta porta a porta realizado com carrinhos manuais. A segunda fase é caracterizada pela implantação de melhorias voltadas para a exclusão da tração humana, com a entrada de mais caminhões para o auxílio na coleta de material nas residências. Já a terceira e última fase consiste na mecanização completa do Programa, sua consolidação e expansão.

Os resultados da coleta seletiva na cidade de Sorocaba mostraram um índice de 87% de aumento de entrada do material reciclável nas cooperativas, obtido conforme se ampliava a coleta mecanizada. Na sequência, observou-se a elevação da renda média mensal dos cooperados, traduzida em 55% de aumento real de 2008 a 2010, ultrapassando inclusive o salário mínimo vigente neste último ano. Isso se deu, apesar do aumento de 70% no número médio de cooperados, ou seja, mais pessoas foram agregadas ao sistema, obtendo rendas maiores a partir de condições de trabalho mais dignas.

O Programa Municipal de Coleta Seletiva apresentado neste trabalho demonstrou que Políticas Públicas podem produzir mudanças em uma sociedade, como a inclusão social (aumento do número de cooperados), geração de renda (aumento na renda média mesmo com mais cooperados) e até mesmo de conscientização ambiental da população (não mensurada). Resultados quantitativos podem ser medidos e acompanhados durante a evolução do Programa e provocar mudanças de rumos conforme necessidades de melhorias e as influências externas.

Referências

BRASIL, 2010. Lei 12.305/2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República, Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>.

DO CARMO, M. S.; OLIVEIRA, J. A. P. The Semantics of Garbage and the organization of the recyclers: Implementation challenges for establishing recycling cooperatives in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**. 54, 1261-1268, 2010.

DIEESE – DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTUDOS ECONÔMICOS, 2010. **Nota Técnica**, 86, 1-11. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/esp/notatec86SALARIOMINIMO2010.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011. Sistema Nacional de Índice de Preços ao Consumidor. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultinpc.shtm>. Acesso em: fevereiro de 2011.

OLIVEIRA NETO, R.; Petter, C.O.; Cortina, J. K. The Current Situation of Sanitary Landfills in Brazil and the Importance of the Application of Economic Models. **Waste Management & Research**, 27, 1002-1005, 2009.

Tipo de Produção: Resumo completo

Título do Texto: Coleta Seletiva como Instrumento de Políticas Públicas: a Experiência do Município de Sorocaba-SP

Autores: G. V. B. Simões, J. L. Ferraz, S. D. Mancini, S. H. Bonilla, W. A. Bizzo

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP - Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial: Avaliação Multicritério de Sistemas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

CONTABILIDADE AMBIENTAL DO ABC PAULISTA UTILIZANDO A SÍNTESE EM EMERGIA

F. Sevegnani ^a, C. M. V. B. Almeida ^b, P. A. Frugoli ^c

a. Universidade Paulista – São Paulo – proffabios@gmail.com

b. Universidade Paulista – São Paulo – cmvbag@unip.br

c. Universidade Paulista – São Paulo – pedrofrugoli@unip.br

Resumo: O grande crescimento da população urbana gera uma grande mudança no estilo de vida, uso da terra, demanda de energia e conseqüente pressão ambiental. Desta forma, estudos relacionados à sustentabilidade ambiental de sistemas urbanos e disponibilidade de recursos naturais são de grande importância. A síntese em energia é considerada uma ferramenta poderosa para a contabilidade ambiental, sendo capaz de medir tanto os recursos naturais como humanos para a geração de produtos e serviços. A avaliação, através da síntese em energia de cidades, estados e nações e seus recursos base, fornece uma perspectiva de grande escala para avaliação de áreas ambientais e pode auxiliar na escolha de políticas para benefício público. Este estudo preliminar aplica a síntese em energia para avaliação da sustentabilidade das cidades que compõem o ABC Paulista, contabilizando os recursos renováveis e comprados que dão suporte a estas cidades. Além disso, é feita uma avaliação dos resultados com base nos PIBs e IDHs de cada município.

Palavras-chave: Síntese em Energia, contabilidade ambiental, sustentabilidade ambiental, sistemas urbanos.

1 Introdução

As cidades podem ser consideradas como organismos centralizadores de diversas atividades, sejam elas comerciais, industriais, sociais, políticas e econômicas sendo que estas representam na biosfera um grande consumidor de recursos e serviços ambientais que muitas vezes não se encontram dentro de seus limites. As cidades necessitam de áreas, pessoas, materiais, conhecimento e diversos outros recursos para que suas atividades sejam realizadas. Assim, as cidades são dependentes em maior ou menor grau de atividades desenvolvidas por outras cidades, muitas vezes bastante distantes, como o plantio de alimentos, produção de combustíveis, tratamento de água, sistema de armazenamento de resíduos sólidos urbanos, formação profissional de pessoas, produção de matérias-primas e outras diversas atividades que podem não ser desenvolvidas dentro dos limites do município. A existência e manutenção de uma cidade e sua estrutura interna dependem do fluxo de produtos e serviços para

dentro, para fora e através da cidade (HUANG et al., 2009). Desta forma, entende-se que existe um fluxo constante de energia, na forma de materiais, pessoas, conhecimento e outros, cruzando os limites do município, sendo que estes podem vir de diversas localizações na biosfera.

Utilizando o conceito de contabilidade em emergia é possível contabilizar as trocas existentes entre o município e o “ambiente externo” de forma a avaliar sua sustentabilidade. É possível avaliar a real riqueza de uma região tendo uma visão mais realista do que a visão proposta pela avaliação econômica através do Produto Interno Bruto (PIB) ou da avaliação social feita pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). As abordagens do PIB e do IDH diferem drasticamente da definição de sustentabilidade forte (GIANNETTI et al., 2010).

Com a emergia é possível a avaliação de sistemas tomando como ponto de vista a definição de sustentabilidade forte que deriva de uma percepção diferente onde a substituição de manufaturados por capital natural é seriamente limitada por características ambientais como irreversibilidade, incerteza e a existência de componentes “críticos” do capital natural, que o tornam uma contribuição única para o bem-estar (DALY, 1991).

Entendendo que cidades são um tipo especial de sistema ecológico, Odum et al. (1996) sugeriram a necessidade de uma abordagem mais abrangente do ponto de vista da biosfera que fornece recursos e serviços ambientais.

A utilização da contabilidade em emergia já foi explorada por diversos pesquisadores em diversas aplicações, inclusive no estudo de sistemas urbanos. A cidade de Roma foi estudada de forma similar por Ascione et al. 2009 e comparada com os valores da Itália. Zhang et al. (2009) estudaram o metabolismo urbano da cidade de Pequim baseado na síntese em emergia. Lei et al. (2008) avaliaram o sistema dinâmico urbano e econômico de Macao. Huang (1998) desenvolveu padrões de indicadores para avaliar a sustentabilidade urbana de Taiwan. Um padrão integrado para estudos regionais tomando como base a província de Cagliari, na Itália, através de uma análise espacial baseada em emergia foi desenvolvida por Pulselli et al. (2007).

O ABC Paulista é composto por três municípios: Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul. O ABC é importante polo industrial, tecnológico e de moradia, sendo uma região de suporte bastante importante da Grande São Paulo, merecendo um estudo mais abrangente com relação à sustentabilidade ambiental. Este trabalho apresenta um estudo preliminar de sustentabilidade do ABC Paulista utilizando a contabilidade em emergia para avaliar as entradas de recursos locais renováveis e comprados, necessários para a manutenção das atividades urbanas. Ao final, é feita uma avaliação dos resultados com base nos PIBs e IDHs de cada município.

2 Metodologia

Odum frisa que a contabilidade em emergia é um sistema de avaliação com base científica capaz de representar tanto valores ambientais como econômicos em uma métrica comum.

Emergia, escrita com “m”, é a memória de energia ou o total de energia incorporada em um produto ou serviço. É definida como a soma de toda energia necessária direta ou indiretamente para gerar um produto ou serviço (ODUM, 1996). As contribuições de energia para gerar um produto ou serviço são expressas em uma base comum (equivalente solar em Joule, seJ) permitindo sua contabilização. A transformidade mede a relação entre emergia e energia, sendo que é a emergia necessária para obter 1 J de um produto ou serviço direta ou indiretamente (GIANNETTI et al., 2006). Neste caso sua unidade é seJ/J. Em alguns casos a transformidade pode ser calculada como a emergia necessária para obter uma unidade de produto ou serviço. Como, por exemplo, a emergia necessária para gerar um quilograma de algum material. Neste outro caso sua unidade seJ/kg é denominada emergia específica.

A contabilidade em emergia é iniciada através da construção de um diagrama de fluxos de energia (Fig. 1) identificando diversos fluxos de recursos que cruzam a fronteira do sistema. A construção do diagrama é realizada com a utilização de símbolos específicos que padronizam sua confecção. No diagrama são identificados fluxos de recursos renováveis (R), não renováveis (N) e importados (F). Os recursos R e N são fornecidos pelo ambiente de forma economicamente gratuita. No entanto, os recursos R só podem ser considerados renováveis se estiverem sendo consumidos em velocidade menor que a de sua reposição. A água, por exemplo, dependendo da situação, pode não ser um recurso renovável se a velocidade com que está sendo consumida superar a velocidade de reposição. De forma análoga, os recursos N são consumidos mais rapidamente que a sua velocidade de reposição. Os recursos F são recursos economicamente adquiridos e podem ser contabilizados em unidade monetária, que pode ser transformada em equivalente de emergia (seJ), tornando assim possível a comparação com outros fluxos (ODUM, 1996). O próximo passo da contabilidade em emergia é a montagem das tabelas dos fluxos de emergia. A montagem das tabelas é feita com base nos recursos mostrados no diagrama.

O Produto Interno Bruto (PIB) é uma métrica que reconhece o crescimento econômico como uma força direcionadora do desenvolvimento sustentável (BECKERMANN, 1992). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma métrica social que considera o desenvolvimento sustentável ligado ao desenvolvimento humano. Nela estão inclusos expectativa de vida, representado uma vida longa e saudável; conhecimento contabilizado pelo alfabetismo adulto e combinado com matrículas em níveis educacionais primários, secundários e terciários e um padrão de vida adequado representado pelo PIB (PNUD).

3 Resultados e discussão

O diagrama (Fig. 1) mostra os fluxos de recursos naturais renováveis (R) que são chuva, vento e Sol. São mostrados os recursos naturais não renováveis (N) na forma de estoques, como o de água represada, por exemplo. No município de São Bernardo do Campo existe a represa Billings que dá suporte de fornecimento de água para diversos municípios da região da grande São Paulo. Os municípios compram recursos de fora de suas fronteiras e estes recursos importados (F) são mostrados no diagrama como água, combustíveis e eletricidade, produtos e maquinários e serviços. Além disso, a cidade recebe um fluxo de trabalhadores e imigrantes. À direita no diagrama são ilustradas as transações financeiras entre os municípios e o mercado externo aos municípios. Dentro dos limites dos municípios são mostradas as infraestruturas de atividades urbanas representadas pelo ambiente construído e naturais representadas pelos sistemas naturais e áreas reservadas. São mostradas, também, atividades que são realizadas dentro da própria cidade com o objetivo de atender às necessidades do município no que tange ao tratamento de água e destinação de resíduos provenientes das atividades desenvolvidas. As atividades industriais e de manufatura se utilizam do ambiente construído e de praticamente todos os itens que cruzam a fronteira do sistema gerando produtos que serão então exportados para outras localidades fora do sistema. Todas estas atividades geram movimentação de capital que é representado como um estoque dentro do sistema estudado.

As Tabelas 1, 2 e 3 mostram os fluxos de energia de cada município do ABC Paulista, e a Tabela 4 apresenta a contabilidade em energia para o ABC como um todo. No apêndice é exibida a memória de cálculo do valor bruto da energia de cada um dos recursos renováveis e comprados para o município de Santo André que deu origem aos valores da mesma. O cálculo para São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul é o mesmo mudando apenas os dados específicos de cada município. Fluxos identificados com (*) provém da mesma fonte e não foram contabilizados para evitar dupla contagem (ODUM, 1996). Os recursos renováveis são compostos pelos itens 2 e 3, chamados água total (NEAD, 2011). Os recursos comprados correspondem à soma dos itens 6 até 8.

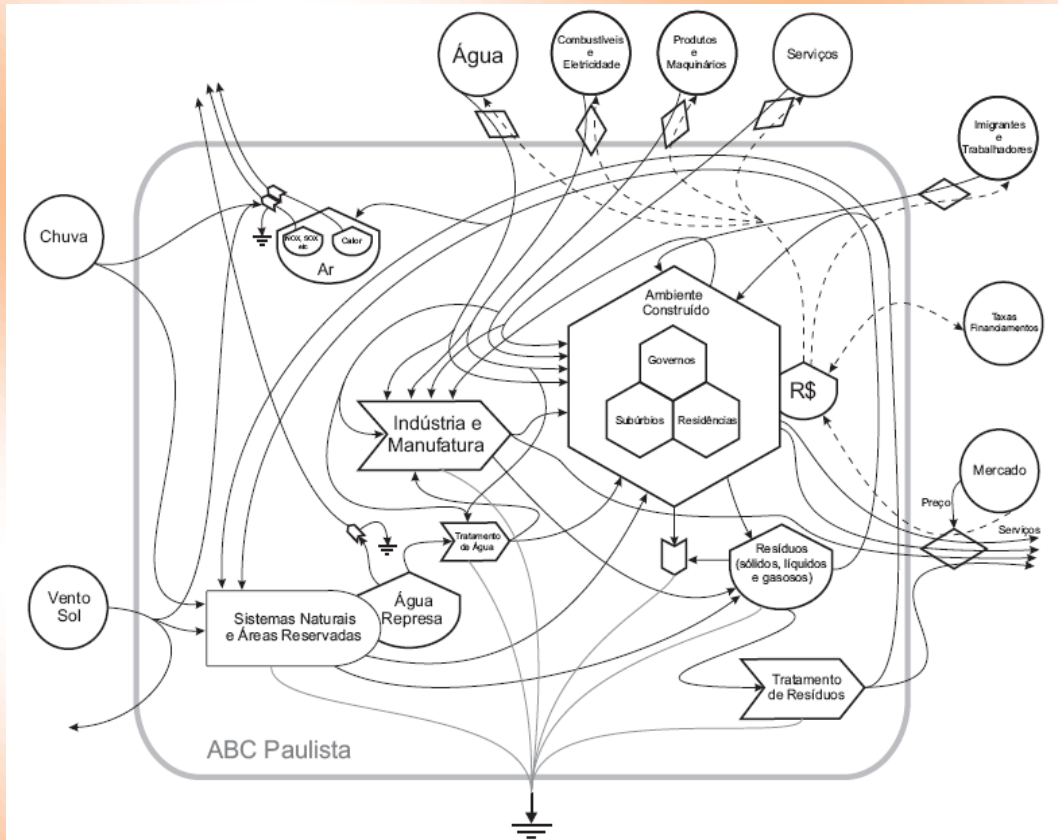


Fig. 1. Diagrama dos fluxos de energia do ABC Paulista

Tabela 1 – Contabilidade em energia de Santo André

Item	Descrição	Unidade	Valor Bruto	Transformidade (seJ/unidade)	Energia (seJ/ano)	Ref.
Renováveis (R)						
1(*)	Energia Solar	J/ano	$7,55 \times 10^{17}$	1	$7,55 \times 10^{17}$	Odum, 1996
2	Chuva (Química)	J/ano	$2,68 \times 10^{15}$	$3,05 \times 10^4$	$8,17 \times 10^{19}$	Odum, 1996
3	Chuva (Geopotencial)	J/ano	$2,60 \times 10^{15}$	$4,70 \times 10^4$	$1,22 \times 10^{20}$	Odum, 1996
4(*)	Vento	J/ano	$3,33 \times 10^{14}$	$2,45 \times 10^3$	$8,17 \times 10^{17}$	Odum, 1996
5	Calor Geotérmico	J/ano	$2,98 \times 10^{14}$	$5,80 \times 10^4$	$1,73 \times 10^{19}$	Odum, 1996
Total de recursos renováveis (R)					$2,21 \times 10^{20}$	
Comprados (F)						
6	Combustíveis					
6a	Gás Natural	J/ano	$1,14 \times 10^{16}$	$8,06 \times 10^4$	$9,20 \times 10^{20}$	Odum, 1996
6b	Gasolina	J/ano	$4,63 \times 10^{15}$	$6,60 \times 10^4$	$3,06 \times 10^{20}$	Giannetti et al., 2006
6c	Óleo Diesel	J/ano	$2,23 \times 10^{15}$	$1,11 \times 10^5$	$2,48 \times 10^{20}$	Odum, 1996

6d	Etanol	J/ano	2,15x10 ¹⁵	4,87x10 ⁰⁴	1,04x10 ²⁰	Pereira et al., 2009
7	Eletricidade	J/ano	9,97x10 ¹⁵	2,77x10 ⁰⁵	2,76x10 ²¹	Odum, 1996
8	Água tratada	m ³ /ano	5,84x10 ⁰⁷	7,75x10 ¹¹	4,53x10 ¹⁹	Buenfil, 2001
Total de recursos comprados (F)					4,38x10²¹	

Tabela 2 – Contabilidade em energia de São Bernardo do Campo

Item	Descrição	Unidade	Valor Bruto	Transformidade (seJ/unidade)	Energia (seJ/ano)	Ref.
Renováveis (R)						
1(*)	Energia Solar	J/ano	1,75x10 ¹⁸	1	1,75x10 ¹⁸	Odum, 1996
2	Chuva (Química)	J/ano	3,08x10 ¹⁵	3,05x10 ⁰⁴	9,40x10 ¹⁹	Odum, 1996
3	Chuva (Geopotencial)	J/ano	3,08x10 ¹⁵	4,70x10 ⁰⁴	1,45x10 ²⁰	Odum, 1996
4(*)	Vento	J/ano	7,73x10 ¹⁴	2,45x10 ⁰³	1,89x10 ¹⁸	Odum, 1996
5	Calor Geotérmico	J/ano	6,91x10 ¹⁴	5,80x10 ⁰⁴	4,01x10 ¹⁹	Odum, 1996
Total de recursos renováveis (R)					2,79x10²⁰	
Comprados (F)						
6	Combustíveis					
6a	Gás Natural	J/ano	4,05x10 ¹⁵	8,06x10 ⁰⁴	3,26x10 ²⁰	Odum, 1996
6b	Gasolina	J/ano	4,93x10 ¹⁵	6,60x10 ⁰⁴	3,25x10 ²⁰	Giannetti et al., 2006
6c	Óleo Diesel	J/ano	5,22x10 ¹⁵	1,11x10 ⁰⁵	5,79x10 ²⁰	Odum, 1996
6d	Etanol	J/ano	2,21x10 ¹⁵	4,87x10 ⁰⁴	1,07x10 ²⁰	Pereira et al., 2009
7	Eletricidade	J/ano	9,53x10 ¹⁵	2,77x10 ⁰⁵	2,64x10 ²¹	Odum, 1996
8	Água tratada	m ³ /ano	7,03x10 ⁰⁷	7,75x10 ¹¹	5,45x10 ¹⁹	Buenfil, 2001
Total de recursos comprados (F)					4,03x10²¹	

Os resultados das Tabelas de 1 a 4 mostram que a energia total do ABC Paulista é composta pela contribuição de três municípios. São Bernardo do Campo e Santo André contribuem com parcelas similares (44% e 47%, respectivamente), e São Caetano do Sul, o menor em área, contribui

com os 9% restantes. Dentre os recursos renováveis contabilizados (chuva e calor geotérmico), a chuva contribui com a operação deste centro urbano com mais de 85% seJ/seJ e cada município recebe de 8% até 14% de recursos renováveis na forma de calor geotérmico. Dentre os recursos comprados, combustíveis e eletricidade são as entradas mais importantes. A eletricidade representa 65% do total de energia do ABC e, entre os combustíveis (34% seJ/seJ), o gás natural é a principal entrada, correspondendo a 14% da energia total.

Tabela 3 – Contabilidade em energia de São Caetano do Sul

Item	Descrição	Unidade	Valor Bruto	Transformidade (seJ/unidade)	Energia (seJ/ano)	Ref.
Renováveis (R)						
1(*)	Energia Solar	J/ano	$6,47 \times 10^{16}$	1	$6,47 \times 10^{16}$	Odum, 1996
2	Chuva (Química)	J/ano	$9,78 \times 10^{13}$	$3,05 \times 10^{04}$	$2,98 \times 10^{18}$	Odum, 1996
3	Chuva (Geopotencial)	J/ano	$1,84 \times 10^{14}$	$4,70 \times 10^{04}$	$8,66 \times 10^{18}$	Odum, 1996
4(*)	Vento	J/ano	$2,86 \times 10^{13}$	$2,45 \times 10^{03}$	$7,00 \times 10^{16}$	Odum, 1996
5	Calor Geotérmico	J/ano	$2,55 \times 10^{13}$	$5,80 \times 10^{04}$	$1,48 \times 10^{18}$	Odum, 1996
Total de recursos renováveis (R)					$1,31 \times 10^{19}$	
Comprados (F)						
6	Combustíveis					
6a	Gás Natural	J/ano	$8,43 \times 10^{14}$	$8,06 \times 10^{04}$	$6,79 \times 10^{19}$	Odum, 1996
6b	Gasolina	J/ano	$1,53 \times 10^{15}$	$6,60 \times 10^{04}$	$1,01 \times 10^{20}$	Giannetti et al., 2006
6c	Óleo Diesel	J/ano	$7,04 \times 10^{14}$	$1,11 \times 10^{05}$	$7,81 \times 10^{19}$	Odum, 1996
6d	Etanol	J/ano	$7,84 \times 10^{14}$	$4,87 \times 10^{04}$	$3,82 \times 10^{19}$	Pereira et al., 2009
7	Eletricidade	J/ano	$2,28 \times 10^{15}$	$2,77 \times 10^{05}$	$6,31 \times 10^{20}$	Odum, 1996
8	Água tratada	m ³ /ano	$1,32 \times 10^{07}$	$7,75 \times 10^{11}$	$1,02 \times 10^{19}$	Buenfil, 2001
Total de recursos comprados (F)					$9,26 \times 10^{20}$	

Tabela 4 – Contabilidade em energia do ABC Paulista

Item	Descrição	Unidade	Valor Bruto	Transformidade (seJ/unidade)	Energia (seJ/ano)	Ref.
Renováveis (R)						
1(*)	Energia Solar	J/ano	$2,57 \times 10^{18}$	1	$6,47 \times 10^{18}$	Odum, 1996
2	Chuva (Química)	J/ano	$5,86 \times 10^{15}$	$3,05 \times 10^{04}$	$2,98 \times 10^{20}$	Odum, 1996
3	Chuva (Geopotencial)	J/ano	$5,86 \times 10^{15}$	$4,70 \times 10^{04}$	$8,66 \times 10^{20}$	Odum, 1996
4(*)	Vento	J/ano	$1,13 \times 10^{15}$	$2,45 \times 10^{03}$	$7,00 \times 10^{18}$	Odum, 1996
5	Calor Geotérmico	J/ano	$1,01 \times 10^{15}$	$5,80 \times 10^{04}$	$1,48 \times 10^{19}$	Odum, 1996
Total de recursos renováveis (R)					$1,31 \times 10^{20}$	
Comprados (F)						
6	Combustíveis					
6a	Gás Natural	J/ano	$1,63 \times 10^{16}$	$8,06 \times 10^{04}$	$1,31 \times 10^{21}$	Odum, 1996
6b	Gasolina	J/ano	$1,11 \times 10^{16}$	$6,60 \times 10^{04}$	$7,33 \times 10^{20}$	Giannetti et al., 2006
6c	Óleo Diesel	J/ano	$8,15 \times 10^{15}$	$1,11 \times 10^{05}$	$9,05 \times 10^{20}$	Odum, 1996
6d	Etanol	J/ano	$5,14 \times 10^{15}$	$4,87 \times 10^{04}$	$2,50 \times 10^{20}$	Pereira et al., 2009
7	Eletricidade	J/ano	$2,18 \times 10^{16}$	$2,77 \times 10^{05}$	$6,04 \times 10^{21}$	Odum, 1996
8	Água tratada	m ³ /ano	$1,42 \times 10^{08}$	$7,75 \times 10^{11}$	$1,10 \times 10^{20}$	Buenfil, 2001
Total de recursos comprados (F)					$9,35 \times 10^{21}$	

Analisando os dados do gráfico contido na Fig. 2, fica claro que os municípios dependem muito mais dos recursos comprados (F) do que de seus próprios recursos renováveis. A porcentagem de contribuição de recursos renováveis é de menos de 7% seJ/seJ para todos os municípios. Esta é uma característica comum de centros urbanos que concentram atividades que necessitam de recursos provenientes de várias localizações vindos de fora de seus limites.

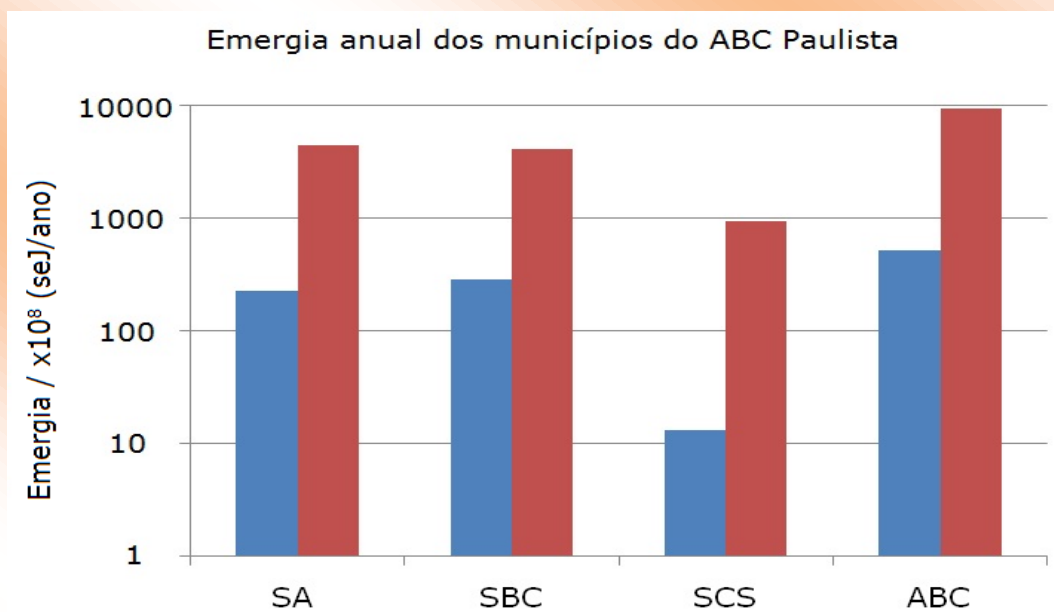


Fig. 2. Valores totais de energia anual de recursos renováveis (R) e comprados (F) para os municípios do ABC Paulista, onde SA = Santo André, SBC = São Bernardo do Campo e SCS = São Caetano do Sul

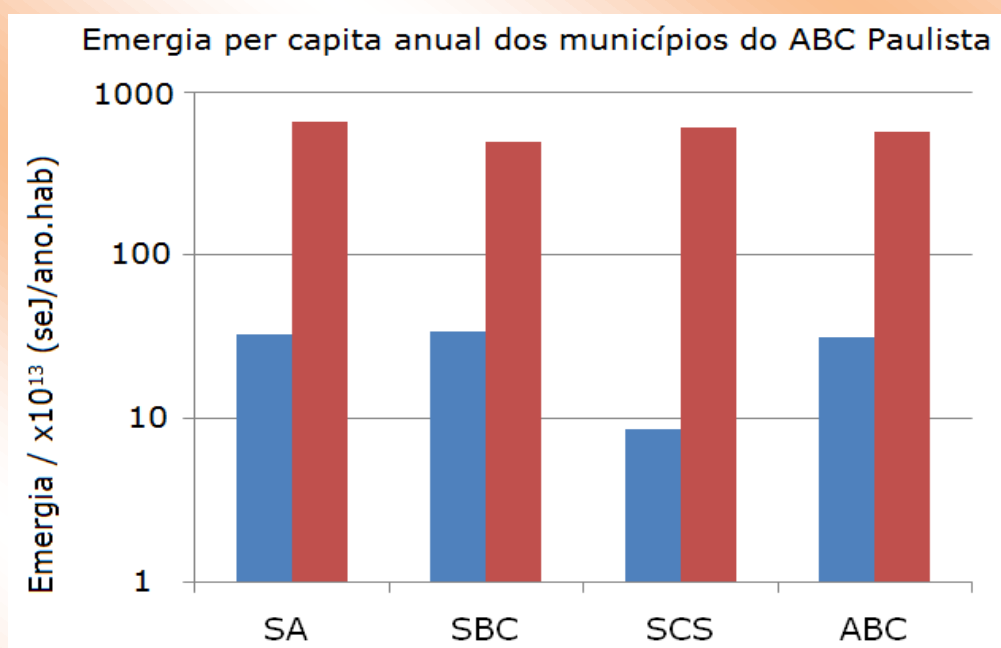


Fig. 3. Valores de energia *per capita* anual de recursos renováveis (R) e comprados (F) para os municípios do ABC Paulista, onde SA = Santo André, SBC = São Bernardo do Campo e SCS = São Caetano do Sul

Considerando a população de cada município, através do gráfico contido na Fig. 3, pode-se observar que a população de São Caetano do Sul recebe menos recursos renováveis que os habitantes

de Santo André e São Bernardo do Campo, que são mais populosos. O município de São Caetano do Sul é medianamente industrializado e possivelmente o alto valor de recursos comprados compensa a baixa entrada de recursos naturais. Além disso, Santo André e São Bernardo do Campo são altamente industrializados e parte dos recursos comprados é usada diretamente pela indústria e não pode ser visto como fator de benefício para suas populações. Santo André e São Bernardo do Campo recebem mais entradas renováveis do que São Caetano do Sul, pois a represa Billings está localizada em seus territórios.

Os valores do Produto Interno Bruto (PIB) e do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para os municípios do ABC Paulista são apresentados na Tabela 5. Observando os valores de ambos, pode-se perceber que a interpretação às vistas do desenvolvimento feito pelo PIB e pelo IDH confrontada com a interpretação às vistas da sustentabilidade feita pela contabilidade ambiental em emergia é bastante díspar. Tomando como exemplo de interpretação o município de São Caetano do Sul, verifica-se que o IDH é bastante alto e que o PIB *per capita* é o maior dos três municípios que compõem o ABC Paulista. Porém, sob o ponto de vista da contabilidade ambiental em emergia, este município é o que menos se beneficia em termos de emergia *per capita* vinda de recursos renováveis (Fig. 3).

Tabela 5 – Valores de PIB e IDH para os municípios do ABC Paulista (IBGE e PNUD)

Município	PIB (2008) (mil reais R\$)	PIB (2008) per capita (R\$)	IDH (2000)
Santo André	13.446.559	20.018,82	0,835
São Bernardo do Campo	29.872.572	37.267,11	0,834
São Caetano do Sul	10.178.501	67.361,35	0,919

4 Conclusões

Este trabalho contabiliza os recursos renováveis (R) e comprados (F) para os municípios pertencentes ao ABC Paulista. Os resultados mostram que as cidades, entendidas como organismos centralizadores de diversas atividades, dependem de uma área de suporte maior do que sua própria área para manter suas atividades. Quando se trata do uso de recursos fornecidos pela biosfera, é possível organizar as cidades em ordem decrescente como segue: São Bernardo do Campo, Santo André e São Caetano do Sul. Quanto à disponibilidade de recursos renováveis para a população de cada município, foi constatado que a população de São Caetano do Sul usufrui de menos benefícios

comparada com a população de outros municípios. Foi notado também que a parcela de energia renovável *per capita* de Santo André é ligeiramente menor que a de São Bernardo do Campo. No entanto, São Caetano do Sul tem aproximadamente quatro vezes menos recursos renováveis *per capita* que os outros dois municípios que formam o ABC Paulista.

Os valores de PIB e IDH dos municípios do ABC Paulista são comparáveis aos valores encontrados para países vistos como desenvolvidos que de forma similar utilizam muitos recursos comprados (F) para sustentar suas atividades. Por outro lado, dentro do contexto brasileiro em que a porcentagem de renováveis é bastante alta para a maioria dos municípios, os municípios do ABC Paulista podem ser comparados apenas aos grandes centros urbanos brasileiros sendo que os valores encontrados (tanto PIB e IDH quanto %R utilizados) não representam a média dos municípios brasileiros.

Referências

- ASCIONE, M.; CAMPANELLA, L.; CHERUBINI, F.; ULGIATI, S. Environmental driving forces of urban growth and development. An energy-based assessment of the city of Rome, Italy. **Landscape and Urban Planning** 93, 2009, 238-249.
- BUENFIL, A. A. **Energy Evaluation of water**. 248 p. Thesis – University of Florida, USA, 2001.
- BECKERMANN, W. Economic growth and the environment: whose growth? Whose environment? **World Development** 20, p. 481-496, 1992.
- DALY, H. E. Elements of environmental macroeconomics, Columbia University Press, New York 1991. In: COSTANZA, R. (Ed.), **Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability**.
- GIANNETTI, B. F.; BARELLA, F. A.; ALMEIDA, C. M. V. B. A combined tool for environmental scientists and decision makers: ternary diagrams and energy accounting. **Journal of Cleaner Production** 14, 2006, 201-210.
- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B.; BONILLA, S. H. Comparing energy accounting with well-known sustainability metrics: The case of Southern Cone Common Market, Mercosur. **Energy Policy** 38, 2010, 3518-3526.
- HUANG, S.-L. Urban ecosystems, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei metropolis. **Journal of Environmental Management** 52, 1998.
- HUANG, S.-L.; CHEN, C.-W. Urbanization and Socioeconomic Metabolism in Taipei, **Journal of Industrial Ecology** 13, 2009, 75-93.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, www.ibge.gov.br última consulta Março/2011.

LEI, K.; WANG, Z.; TON, S. Holistic emergy analysis of Macao. **Ecological Engineering** 32, 2008, 30-43.

NEAD – National Environmental Accounting Database - Disponível: <http://sahel.ees.ufl.edu/frame_database_resources_test.php?search_type=basic&country=BRA>.

Última consulta: Março/2011.

ODUM, H. T. **Environmental Accounting: Emery and Environmental Decision Making**, John Wiley, 1996, 1, 182.

PEREIRA, C. L. F.; ORTEGA, E. Sustainability assessment of large-scale ethanol production from sugarcane. **Journal of Cleaner Production**, 2009, 1-6.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2000/>>. Última consulta: março/2011.

PULSELLI, R. M.; RUSTICI, M.; MARCHETTINI, N. An integrated framework for regional studies: Emery based spatial analysis of the province of Cagliari. **Environmental Monitoring and Assessment** 133, 2007, 1-13.

ZHANG, Y.; YANG, Z.; YU, X. Evaluation of urban metabolism based on emery synthesis: A case study for Beijing (China). **Ecological Modelling** 220, p. 1690-1696 2009.

Apêndice

Abaixo é apresentada a memória de cálculo referente aos dados da Tabela 2.

Item 1 - Cálculo da energia solar de acordo com a eq. 1:

Energia (J) = (área do município) x (insolação média) x (transform. de cm² para m²) (1-albedo) x (transformação de J para kcal) (1)

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (1,32\text{E}+02 \frac{\text{kcal}}{\text{ano}}) \times (1,00\text{E}+04 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}) \times (1-0,22) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energia (J)} = 7,55\text{E}+17 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 2 - Cálculo da energia química da chuva conforme eq. 2:

Energia (J) = (área do município) x (precipitação média descontada a evaporação) x (densidade da água) x (energia livre de Gibbs)* (2)

* estimativa de 20% de evaporação

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (0,8 \times 3,1 \frac{\text{m}}{\text{ano}}) \times (1,00\text{E}+03 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (4,94\text{E}+03 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) \quad \text{Energia (J)} = 2,68\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 3 - Cálculo da energia geopotencial da chuva conforme eq. 3:

Energia (J) = (área do município) x (precipitação média) x (% de run-off) x (elevação média) x (aceleração da gravidade) (3)

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (3,1 \frac{\text{m}}{\text{ano}}) \times (0,64) \times (760\text{m}) \times (9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \quad \text{Energia (J)} = 2,60\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 4 - Cálculo da energia cinética do vento conforme eq. 4:

$$\text{Energia (J)} = (\text{área do município}) \times (\text{densidade do ar}) \times (\text{coeficiente de arrasto}) \times (\text{velocidade}^3) \times (\text{transform. de anos para segundos}) \quad (4)$$

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (1,00\text{E}-03) \times ((3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^3) \times (3,14\text{E}+07 \frac{\text{s}}{\text{ano}}) \quad \text{Energia (J)} = 3,33\text{E}+14 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 5 - Cálculo do calor geotérmico conforme eq. 5:

$$\text{Energia (J)} = (\text{área do município}) \times (\text{fluxo de calor profundo}) \quad (5)$$

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (1,70\text{E}+06 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{ano}}) \quad \text{Energia (J)} = 2,98\text{E}+14 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 6 - Cálculo da energia dos diversos combustíveis conforme eq. 6:

$$\text{Energia (J)} = (\text{consumo}) \times (\text{poder calorífico}) \times (\text{transform. de J para kcal}) \quad (6)$$

Item 6a - Cálculo da energia do gás natural conforme a eq. 6:

$$\text{Energia (J)} = (3,10\text{E}+08 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}}) \times (8800 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energia (J)} = 1,14\text{E}+16 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 6b - Cálculo da energia da gasolina conforme a eq. 6:

$$\text{Energia (J)} = (1,41\text{E}+08 \frac{\text{L}}{\text{ano}}) \times (7844,2 \frac{\text{kcal}}{\text{L}}) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energia (J)} = 4,63\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 6c - Cálculo da energia do óleo diesel conforme a eq. 6:

$$\text{Energia (J)} = (2,23\text{E}+15 \frac{\text{L}}{\text{ano}}) \times (8605,2 \frac{\text{kcal}}{\text{L}}) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energia (J)} = 2,23\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 6d - Cálculo da energia do etanol conforme a eq. 6:

$$\text{Energia (J)} = (1,01\text{E}+08 \frac{\text{L}}{\text{ano}}) \times (5096,7 \frac{\text{kcal}}{\text{L}}) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energia (J)} = 2,15\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

$$\text{Energia total dos combustíveis (J)} = 2,04\text{E}+16 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 7 - Cálculo da energia da eletricidade conforme a eq. 7:

$$\text{Energia (J)} = (\text{consumo}) \times (\text{transform. de J para kWh}) \quad (7)$$

$$\text{Energia (J)} = (2,77\text{E}+09 \frac{\text{kWh}}{\text{ano}}) \times (3,60\text{E}+06 \frac{\text{J}}{\text{kWh}}) \quad \text{Energia (J)} = 9,97\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 8 - Cálculo da energia da água tratada conforme a eq. 8:

$$\text{Energia (J)} = (\text{consumo médio por hab.}) \times (\text{transform. de L para m}^3) \times (365 \text{ dias por ano}) \times (\text{população}) \quad (8)$$

$$\text{Energia (J)} = (2,38\text{E}+02 \frac{\text{L}}{\text{dia}}) \times (1\text{E}-03 \frac{\text{m}^3}{\text{L}}) \times (365 \frac{\text{dias}}{\text{yr}}) \times (6,73\text{E}+05 \text{ hab}) \quad \text{Energia (J)} = 5,84\text{E}+07 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}}$$

Tipo de Produção: Resumo Completo

Título do Texto: Contabilidade Ambiental do ABC Paulista Utilizando a Síntese em Emergia

Autores: F. Sevegnani, C. M. V. B. Almeida, P. A. Frugoli

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP - Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Avaliação e Aplicação de Ecoindicadores para Desenvolvimento Sustentável

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

CONTROLE DE CUSTOS PARA MELHORIA CONTÍNUA EM CADEIAS DE FORNECIMENTO

Nelio Fernando dos Reis – UNIP-SP – nelio.reis@aesapar.com

Cristina Correa de Oliveira – UNIP-SP – crisolive@ig.com.br

Jair Minoro Abe – UNIP-SP – jairabe@uol.com.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo identificar na prática empresarial o controle dos custos da qualidade para a tomada de decisão. Nesse sentido, contribui por apresentar a importância do mapeamento dos custos da qualidade para que as organizações obtenham maiores níveis de qualidade e assim busquem a melhoria contínua dos resultados. O estudo empírico foi executado em uma indústria nacional de grande porte, onde se analisou os custos da qualidade, identificado em falha no processo produtivo de um produto hidráulico. Para tanto, buscou-se dados no setor de controladoria e no setor de produção da empresa, além de revisão bibliográfica sobre o assunto. Através deste estudo de caso, foram apresentados custos de falhas devido a erros apontados no processo de verificação interna do produto. O estudo concluiu que estas falhas no processo resultaram em custos com retrabalhos, levando o setor de Qualidade da empresa a rever os processos de verificação e teste do produto para futuros lotes.

Palavras-chave: Custos da qualidade; Melhoria contínua; Falhas; Controle

1 Introdução

O mercado de trabalho atual está muito competitivo e a busca da qualidade com redução de custos se faz necessária para a sobrevivência das empresas no âmbito global.

Conforme TOLEDO (2002), os custos da qualidade devem abranger todas as atividades com participação na qualidade dentro da empresa, fornecendo informações para comparar os investimentos e qualidade (*inputs*) com os resultados (*outputs*). Os *inputs* no caso seriam os investimentos em prevenção e avaliação da qualidade e os *outputs* são os custos referentes às falhas internas e externas.

As empresas necessitam de um gerenciamento de custos em conjunto com o programa de melhoria contínua da qualidade. Dessa forma, este estudo tem como objetivo abordar os aspectos relevantes em custos da qualidade, seus conceitos e sua concepção para a tomada de decisão com foco na melhoria contínua.

De acordo com IOB (2005), as vantagens competitivas indispensáveis à sobrevivência da empresa moderna só são conseguidas por duas vias: a via da inovação diferenciadora, que permite a uma determinada empresa oferecer ao mercado um produto original, sem similar e, portanto, sem concorrência; ou a via da redução de custos, que permite a empresa vencer os seus concorrentes por meio da prática de preços mais vantajosos para o cliente.

Buscou-se neste estudo a pesquisa quantitativa e exploratória, utilizando-se de dados do setor de controladoria e de produção da empresa para identificar os resultados.

2 Custos da Qualidade

Custos da qualidade é a soma dos custos envolvidos no processo para se atingir os padrões da qualidade preestabelecidos no projeto do produto ou serviço. Há tempos atrás, as empresas associavam a melhoria da qualidade ao aumento de custos, porém, nos dias de hoje a Administração defende que o aumento da qualidade aumenta também a produtividade reduzindo assim os custos totais devido a melhoria do processo.

Para CROSBY (1999), a qualidade não custa, mas é, sim, um investimento com retorno assegurado. Na verdade o que custa e causa vultosos prejuízos às empresas é a “não qualidade”, ou seja, a falta de um nível de qualidade aceitável. Conforme definição de JURAN (1991), os chamados custos de *prevenção* e de *avaliação* são os “custos inevitáveis” e os custos de *falhas (internas e externas)* são os “custos evitáveis”. Dessa forma, podemos dizer que custos da qualidade são aqueles adquiridos através da execução incorreta do processo, caso fossem produzidos corretamente num primeiro momento, esses gastos seriam desnecessários.

Para FEIGENBAUM (1994), os custos operacionais da qualidade são “*os custos associados à definição/planejamento, criação e controle da qualidade*”. Com base nesta definição é possível organizar e classificar de forma sistemática a composição dos custos da qualidade, permitindo melhor análise para identificação da causa e efeito, bem como as ações corretivas e preventivas em busca da melhoria contínua, gerando consistência para a tomada de decisões, controle de operações e de lucros.

De acordo com JURAN (1991), os custos da Qualidade são divididos em:

- Custos de prevenção – são caracterizados pelos esforços que determinada organização empenha para evitar que os produtos ou serviços apresentem falhas durante ou ao final de seu processo de produção ou execução.

- Custos de avaliação – são custos necessários para avaliar a qualidade do produto pela primeira vez e, assim, detectar falhas e inconsistências antes que o produto seja lançado no mercado, com avaliação ou inspeção da qualidade do produto ou serviço.
- Custos de falhas internas – são resultantes da incapacidade de um produto ou serviço em satisfazer as especificações da qualidade antes do seu fornecimento. São gerados em virtude de falhas nos processos identificadas dentro da empresa.
- Custos de falhas externas – são resultantes da incapacidade de um produto ou serviço em atender às necessidades da qualidade na visão do cliente. São falhas ocorridas no processo detectadas pós-venda ao cliente ter adquirido o produto.

No estudo de caso apresentado a seguir, serão enfatizadas falhas internas que geraram falhas externas ocasionando custos de correção, avaliação e prevenção.

2.1 Estudo de caso

A empresa pesquisada é nacional de grande porte, atua há 52 anos no mercado interno e externo, e é uma sociedade anônima. Líder no segmento de produtos diversos para a construção civil, especialista em processos de transformação de matérias-primas, termoplástica e ligas de metais na linha de produtos hidráulicos de estrutura e acabamento.

2.2 Problemática

Durante uma auditoria de qualidade interna, realizada em abril de 2009, no estoque remanescente do produto “Flap obturador”, foi percebido que algumas peças apresentavam um furo (defeito) na região do ponto de injeção do corpo superior, conforme fotos abaixo.



Foto 1 - Peça em perfeitas condições.

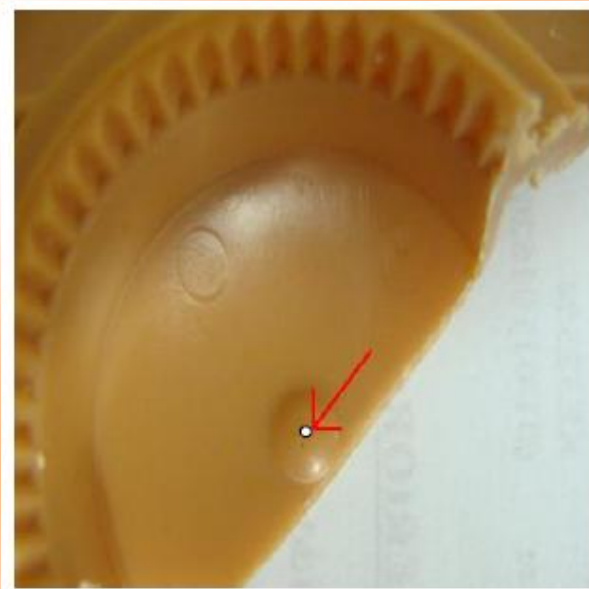


Foto 2 - Peça com o furo (defeito).

Rastreando todas as etapas do processo, identificou-se que na etapa de avaliação do produto, após a operação de injeção, houve falha de avaliação, sendo que esta falha poderia ter sido diagnosticada através das verificações visuais e do teste de estanqueidade.

Surgiu, então, a preocupação de existirem peças com o mesmo defeito no estoque interno, assim como as peças para os clientes, para os distribuidores e para os consumidores.

Ao verificar o molde de injeção plástica, observou-se que a cavidade de número 2 apresentava obstrução no ponto de injeção capilar (corpo estranho de metal, diâmetro de 0,5mm), ocasionando o furo no corpo após injeção.

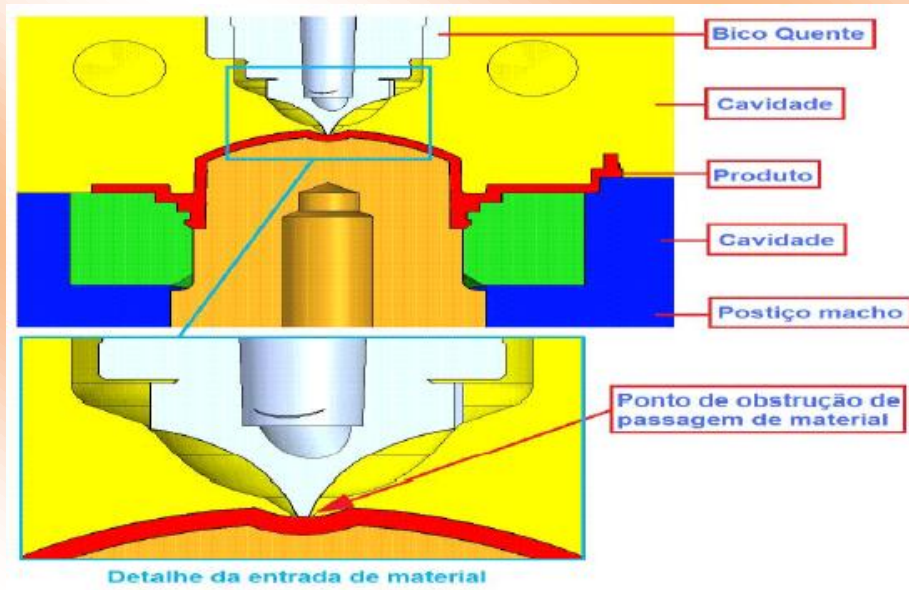


Figura 1 – molde de injeção plástica. Fonte: empresa pesquisada

Após verificação em testes hidráulicos no conjunto, foi constatado que o furo causava pequeno vazamento no sistema, como mostrado na Foto 3, sendo aproximadamente uma gota por segundo, o que provocaria um aumento significativo no consumo de água do consumidor, criando aumento de custo e impacto ambiental.



Foto 3 - Gotejamento ocorrido pelo furo na peça.

Rastreando todas as etapas do processo, identificou-se que na etapa de avaliação do produto, após a operação de injeção, houve falha de avaliação, sendo que esta falha poderia ter sido diagnosticada através das verificações visuais e do teste de estanqueidade.

Surgiu, então, a preocupação de existir peças com o mesmo defeito no estoque interno, nos clientes, nos distribuidores e nos consumidores.

2.3 Ações corretivas

Foram tomadas as seguintes ações corretivas após a constatação do problema e da causa deste.

- Identificação dos clientes que haviam recebido lotes com evidência do problema;
- Realização de inspeção em 100% das peças em estoque, para a garantia do próximo fornecimento;
- Formação de equipe para efetuar inspeção em 100% das peças da cavidade do número 2 do lote, que apresentava o problema, enviado ao cliente;
- Realização de limpeza dos pontos de injeção das cavidades para eliminar possíveis corpos estranhos.

2.3.1 Custos das ações corretivas – retrabalho devido às falhas

As tabelas a seguir detalham os custos com falhas do retrabalho necessário para se corrigir a falha ocorrida no processo produtivo do “Flap obturador”.

Como pode ser observado no Quadro 1, tem-se custos de passagem e hora trabalhada com 11 (onze) colaboradores, 01 (um) frete e 1.578 (mil quinhentos e setenta e oito) peças trocadas. Acarretando um total de R\$ 11.787,60 de custos com retrabalho externo no estado de Minas Gerais-MG.

Quadro 1 - Custos com retrabalho externo no estado de Minas Gerais-MG.

Colaboradores	Passagem R\$	Quantidade	Dias	Valor em
		Utilizada/dia		
10	R\$ 2,50	2	15	750,00
Colaboradores	Valor homem/hora	Horas/dia		
10	R\$ 4,25	8	15	5.100,00
1	R\$ 9,99	8	15	1.198,80
Frete por peças	Valor por KM	Km rodados		
1	R\$1,02	1.327	1	1.353,54
Peças trocadas	Custo da peça	Quantidade peças		
-	R\$1,67	1.578	-	2.635,26
TOTAL				R\$ 11.037,60

No Quadro 2 tem-se custos de passagem e hora trabalhada em 14 (quatorze) dias com 11 (onze) colaboradores, 01 (um) frete e 1.084 (mil e oitanta e quatro) peças trocadas. Acarretando um total de R\$ 10.037,60 de custos com retrabalho externo no estado do Espírito Santo-ES.

Quadro 2 - Custos com retrabalho externo no estado de Espírito Santo-ES.

Colaboradores	Passagem R\$	Quantidade	Dias trabalhados	Valor em R\$
		Utilizada/dia		
10	R\$ 2,80	2	14	784,00
Colaboradores	Valor homem /hora	Horas/dia		
10	R\$ 4,25	8	14	4.760,00
1	R\$ 9,99	8	14	1.118,88
Frete por peças	Valor do Km	Km rodados		
1	R\$ 1,13	1.983		2.240,79
Peças trocadas	Custo da peça	Quantidade peças		
-	R\$ 1,67	1.084	-	1.810,28
TOTAL				RS 10.713,95

O Quadro 3 apresenta os custos de passagem e hora trabalhada em 20 (vinte) dias com 05 (cinco) colaboradores e 891 (oitocentas e noventa e uma) peças trocadas. Acarretando um total de R\$ 10.139,97 de custos com retrabalho externo na cidade de Jundiaí-SP.

Quadro 3 - Custos com retrabalho externo na cidade de Jundiaí-SP

Colaboradores	Valor do litro do combustível	Quantidade	Dias trabalhados	Valor total R\$
		Utilizada/dia		
5	R\$ 2,40	2	20	480,00
	Valor da refeição	Refeição/dia		
5	R\$ 1,80	1	20	180,00
	Valor homem/ hora	Horas/dia		
5	R\$ 9,99	8	20	7.992,00
	Custo da peça	Quantidade peças		
-	R\$ 1,67	891	-	1.487,97
TOTAL				RS 10.139,97

No Quadro 4 tem-se custos de passagem e hora trabalhada em 03 (três) dias com 15 (quinze) colaboradores e um custo de R\$ 13.464,00 por estar com a produção parada, ou seja, deixando de

produzir esse montante. Acarretando um total de R\$ 16.299,00 de custos com retrabalho interno na cidade de Jundiaí-SP.

Quadro 4 - Custos com retrabalho interno na cidade de Jundiaí-SP

Colaboradores	Valor da Passagem	Quantidade	Dias trabalhados	Valor total R\$
		Utilizada/dia		
15	R\$ 2,40	2	3	216,00
	Valor da refeição			
15	R\$1,32	1	3	59,40
	Valor homem /hora	Horas/dia		
15	R\$ 7,11	8	3	2.559,60
	Custo por peça	Produção parada		
15	R\$ 0,34	8h x 110peças/h	3	13.464,00
TOTAL				RS 16.299,00

O Quadro 5 demonstra os custos totais da falha ocorrida no produto, evidenciando que os custos da produção parada nesse período acumulam R\$ 13.464,00. Os custos com mão de obra terceirizada totalizam R\$ 12.177,68, seguidos os da mão de obra interna, com R\$ 10.551,60. As refeições, passagens e fretes também contribuem para que seja aumentado o custo total para reparação da falha, gerando 12,583% do total dos custos com falha, que foi de R\$ 48.190,52.

Quadro 5 - Custo total de falhas

Itens	Valores (R\$)	Percentual (%)
REFEIÇÕES	239,40	0,497
PASSAGENS	2.230,00	4,627
FRETES	3.594,33	7,459
CUSTOS POR PEÇAS	5.933,51	12,313
MÃO-DE-OBRA INTERNA	10.551,60	21,896
MÃO-DE-OBRA TECEIRIZADA	12.177,68	25,270
CUSTOS DA PRODUÇÃO PARADA	13.464,00	27,939
TOTAL	RS 48.190,52	100,000

Os custos obtidos com a falha foram direcionados para o centro de custos dos departamentos: produção de injeção e qualidade. Esses valores geraram movimento no fluxo de caixa contábil, fora do planejamento. Esses dados foram computados no controle mensal financeiro de custo da qualidade, que fazem parte dos indicadores de desempenho da produção.

2.4 Ações preventivas

Após observarem os custos ocorridos devido a falha no processo, buscou-se tomar a decisão de adotar medidas preventivas para que não se incinda novamente neste erro. Para tanto, foram adicionadas as seguintes medidas preventivas nos próximos lotes produzidos:

- Incluiu-se na ficha de processo a instalação de bico filtrante no canhão da máquina.



Foto 5 - Modelo do bico filtrante

- Implementaram-se testes de estanqueidade hidráulica, com frequência de três vezes por turno;
- Implementou-se teste visual, para identificação de passagem de luz, caso haja furo na peça.

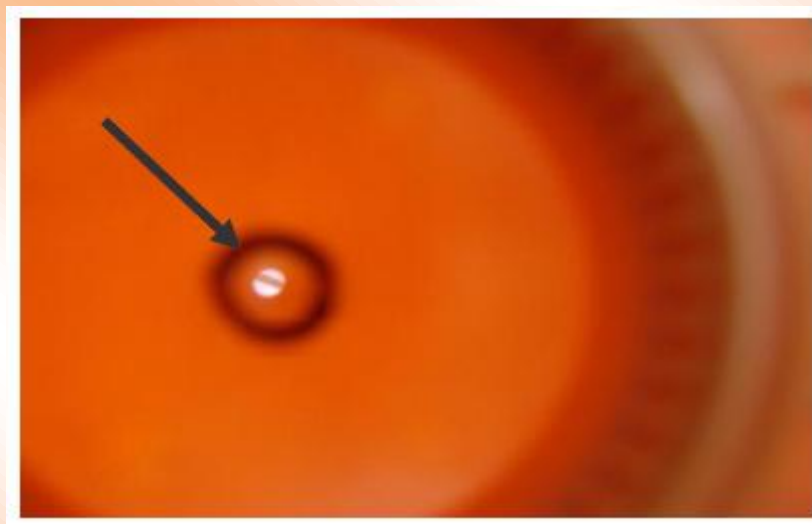


Foto 6 - Foto do flap obturador com furo em teste visual contra luz.

3 Considerações Finais

O estudo proporcionou verificar os custos da qualidade que estão associados indiretamente ao processo, e com isso conclui-se que, melhorando os investimentos preventivos na qualidade, aumenta-se a produtividade e otimiza-se o processo.

Os custos de prevenção e avaliação são inevitáveis para a melhoria da qualidade, porém, os custos com falhas devem ser evitados.

O objetivo da qualidade é fabricar um produto com alta performance e menor custo possível. Objetivando reduzir falhas, não conformidades, retrabalho, como também, reverter os investimentos em prol da melhoria contínua com novos produtos, novos projetos e processos preventivos da qualidade.

A empresa objeto de estudo necessita de um gerenciamento de custos em conjunto com o programa de melhoria contínua da qualidade a fim de se evitar uma depreciação da marca, para que seja possível identificar os erros e investir na prevenção, haja vista que a qualidade não deve ser vista como uma despesa, mas sim, como um investimento com retorno assegurado.

Referências

- CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento**. 7. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.
- FEIGENBAUM, A. V. **Controle da Qualidade Total: Gestão e Sistemas**. Vol. 1. São Paulo: Makron Books, 1994.
- IOB. **Custos da qualidade**. Bol. 25/2005. São Paulo. IOB (Temática Contábil e balanço), 2005.
- JURAN, J. M.; GRYNA, F. M. **Controle da qualidade *handbook*: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. Vol. 1. São Paulo: Makron Books, 1991.
- TOLEDO, J. C. **Conceitos sobre custos da Qualidade**. Apostila São Carlos, 2002.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Controle de Custos para Melhoria Contínua em Cadeias de Fornecimento

Autores: N. F. Reis; C. C. Oliveira; J. M. Abe

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: IV SIDEPRO – Simpósio sobre Redes e Cadeias de Fornecimento

Local da Publicação: São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: UNIP

Página inicial e página final: 694-702

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

DESIGN DE LAVANDERIA NO JEANSWEAR
UMA ESTRATÉGIA DE DIFERENCIAÇÃO
NA MANUFATURA DO VESTUÁRIO DE MODA – MVM

Francisca Mendes^{1a}, Fabiana Lima^{1b}, José Sacomano^{1c}, José Fusco^{2d}

¹ Universidade Paulista - UNIP

² Universidade Estadual Paulista – UNESP

^a 5light5@uol.com.br

^b fdml@hotmail.com

^c sacomano@terra.com.br

^d jpafusco@uol.com.br

Sumário: O presente trabalho visa apresentar um estudo sobre o design de lavanderia como uma estratégia de diferenciação utilizada pela Manufatura do Vestuário de Moda – MVM no segmento jeanswear por meio de beneficiamentos. Todas as indústrias da cadeia produtiva do segmento jeanswear (fiação, tecelagem e indústria de aviamentos) consideram, ao longo do desenvolvimento dos insumos, os processos de beneficiamento que serão executados pelas lavanderias. O resultado é o ponto crucial que define o sucesso e a continuidade do conceito do novo produto. Em comum, todos os atores dessa cadeia, por intermédio de pesquisas em “bureaux de estilo” específicos do segmento, utilizam as últimas informações sobre as tendências internacionais de moda para a estação seguinte.

Palavras-chave: Design, Jeanswear, Estratégia, Diferenciação, Têxtil, Lavanderias

1. Introdução

O segmento *jeanswear* é considerado um dos mais complexos da Cadeia Têxtil porque abrange uma extensa rede de relacionamentos de indústrias.

Para o desenvolvimento de uma peça são pesquisadas as tendências de moda e as características das matérias-primas, fibras, fios, tecidos, modelagens, aviamentos, além de máquinas, tinturas e demais produtos químicos envolvidos no desenvolvimento e nos processos de produção e de lavanderia.

Os produtos da manufatura de vestuário jeanswear buscam atender uma demanda de consumidores ávidos por novidades em beneficiamentos com efeitos de moda e por variedade de produtos altamente diferenciados e diversificados. O Brasil, paulatinamente, conquista o campo internacional e gera interesse por parte dos varejistas internacionais por designs criativos.

O trabalho se justifica pela importância do segmento *jeanswear* no Brasil e no mundo. O país é o segundo maior produtor de tecido denim, matéria prima principal para a fabricação dos produtos *jeans*. É também auto-suficiente na produção de fibras de algodão. Pelo Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira, IEMI (2010), o país ocupou a 5ª posição entre os maiores produtores de têxteis e vestuário, com uma participação de 2,7% e 2,9 % do total mundial de 2008 com uma produção interna de 5,20 bilhões de peças de vestuário confeccionadas, em sua maioria, consumidas no mercado interno.

1.1 Metodologia

Sendo o *jeanswear* um segmento com características específicas, sugere-se a necessidade de utilização de um conjunto de diferentes métodos de pesquisa definidos por vários autores, [Bryman89], [Godoy95], [Yin94].

Descrição	Especificações
Aspectos básicos	
Método de abordagem mais amplo	- Hipotético dedutivo
Tipos de pesquisa	- Exploratório ou descritivo
Abordagem	
Modelos	- Qualitativo
Participação do investigador	- Participante total
Métodos de pesquisa organizacionais	
Métodos de pesquisa	- Estudo de caso
Fontes de evidências	- Entrevistas - Observações diretas

Tabela 1 – Opções metodológicas. Fonte: elaborada pelos autores

Os métodos e procedimentos de pesquisa selecionados pretendem garantir o foco nos estudos realizados para atingir o sucesso proposto neste trabalho (

Tabela 1).

2. Referencial Teórico

2.1 Estratégia Corporativa

A Estratégia Corporativa é aquela aplicada às várias unidades de negócios da organização. Define a alocação de recursos e analisa a situação da empresa no seu mercado, procurando destacar as suas vantagens competitivas para garantir a sua sobrevivência.

Destacam-se os modelos de estratégia competitiva de vários autores, entre eles, Porter [Porter86], Contador [Contador96] e Zacarelli [Zacarelli00] para este trabalho. Porter [Porter86] estabelece três áreas de liderança que devem colaborar para a definição da estratégia competitiva: Custos, Diferenciação e Enfoque.

1. A Liderança em Custos refere-se à capacidade de a organização atingir o máximo de desempenho em relação aos seus concorrentes utilizando-se de políticas funcionais orientadas para essa finalidade. Sua meta é a perseguição agressiva da redução de custos e despesas nas áreas de pesquisa e desenvolvimento e vigorosa política na força de vendas e publicidade.
2. A Liderança na Diferenciação pressupõe a oferta de produtos ou serviços com determinadas características únicas no mercado. O diferencial pode estar situado na imagem da marca, no projeto, na tecnologia, em peculiaridades do produto ou serviços sob encomenda e na rede de fornecedores, por exemplo.
3. A Liderança de Enfoque refere-se a um determinado grupo de consumidores, a um segmento da linha de produtos ou a um determinado mercado geográfico.

2.2 Segmento *Jeanswear*

A empresa de moda adota, como estratégia, atender a demanda de um determinado segmento do vestuário. É preciso entender o nicho de mercado e conhecer o tipo de público alvo que se pretende atingir. A partir de então, define-se o desenvolvimento, a produção e a promoção de seus produtos [Mendes06].

O segmento *jeanswear* possui todas as características da MVM. Por se tratar de um mercado que atende a um produto específico, a sua cadeia compreende empresas que desenvolvem e produzem insumos que tem a finalidade de atender a demanda das empresas participantes. As tecelagens e fiações participam do movimento da moda pesquisando e desenvolvendo novas formas

e conceitos de fios e tecidos de acordo com o aspecto visual e o caimento do tecido proposto pela tendência da moda na próxima estação.

A matéria prima principal é o tecido denim, pesado, com urdume em fio 100% algodão tinto com corante índigo e a trama com algodão cru. Atualmente o fio utilizado na trama pode conter misturas de fibras, tais como elastano, poliéster e outras.

A lavagem em tecidos destinados a confecção de calças *jeans* começou a ser executada com o objetivo de amaciar o tecido pesado, melhorar o seu toque e clarear a peça final. Atualmente esse processo se configura como uma das principais características do *design* de produtos *jeanswear*. Além da precursora calça *jeans Levi's 5 pockets*, novos produtos são desenvolvidos preservando determinados itens que identificam peças *jeans*, tais como o tecido denim, a costura dupla na cor ocre contrastante, os botões e rebites de metal e os processos de beneficiamentos realizados em lavanderia.

O produto tornou-se um dos principais conceitos de jovialidade e liberdade. Em sua simplicidade e em sua integridade, dentre as demais peças de vestuário, o *jeans* é a roupa que menos se insere nos códigos sociais conseguindo atender a variados tipos de função [Lima08].

2.3 Lavagens e beneficiamentos

Em seus primórdios, a calça *jeans* não sofria qualquer processo de lavagem. A peça era oferecida no varejo com o tecido enrijecido pela goma utilizada no fio para suportar as batidas do tear e o desconforto era eliminado com lavagens domésticas. Na segunda metade do século XX surgiram as lavanderias industriais especializadas em beneficiamentos do segmento *jeanswear*.

Para a MVM, a indústria de lavanderia é um dos importantes elos da cadeia têxtil e sua importância reside no fato de que esse tipo de serviço se caracteriza por proporcionar aos produtos do vestuário de moda altos níveis de diferenciação. No segmento em questão, tais processos ocorrem, essencialmente, quando a peça já está confeccionada. Está, portanto, na lavanderia industrial, o principal fator que atende a demanda do consumidor por produtos inovadores e quase exclusivos [Lima08].

As lavanderias industriais possibilitaram às marcas de moda e ao mercado varejista oferecer ao público calças prontas para o uso com toque macio, conforto, praticidade e estilo por meio de processos químicos, físicos ou físico-químicos. Produtos químicos são adicionados nas primeiras lavagens. Intervenções físicas são realizadas normalmente entre uma lavagem e outra ou ao final da preparação da peça. Os processos físico-químicos consistem na adição de pedras ou outros elementos nas máquinas de lavar, como o *stone wash* que confere efeitos de envelhecimento nas calças e

produz diferentes possibilidades de tonalidades azuis (figura 1). Outros processos de lavagem surgiram, como por exemplo, o *super stoned*, *destroyer*, *hiper destroyer* e alguns beneficiamentos físicos manuais, como ilustrados nas figuras 2, 3, 4 e 5.

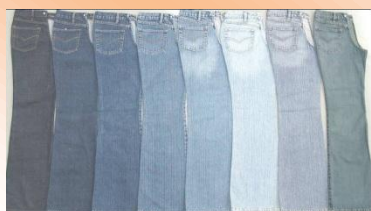


Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5

Figura 1 – Efeitos de acabamento de lavagem *jeanswear*. Fonte: Santista (2005)

Figuras 2, 3, 4 e 5 – Beneficiamentos *jeanswear*. Fonte: site revista manequin (2010)

Os setores de processos físicos manuais são responsáveis pelos efeitos artesanais. São realizados os efeitos denominados “bigode”, “tanque” e lixados. Neles, as peças são produzidas uma a uma, com o uso de pequenos equipamentos ou ferramentas. Usam-se bóias que se inflam para melhorar a fixação das calças enquanto se aplica o permanganato, a pistola, a máquina de jato de areia ou a máquina de lixamento.

A indústria de beneficiamento do *jeans*, mais conhecida como lavanderia industrial é um verdadeiro laboratório de possibilidades para a moda. No caldeirão criativo das lavanderias em que fervem as possibilidades do *jeans*, existe uma infinidade de opções em técnicas e processos, conforme os resultados e os efeitos esperados. Antes de tudo, porém, cada peça permanece no chamado estoque seco, um depósito que é um verdadeiro amontoado de peças cruas e confeccionadas a espera dos processos físicos.

As lavanderias permitem ao *whash designer* (profissional responsável pela realização dos efeitos) a criação de variados níveis de diferenciação para alcançar os desejos do cliente final, desde os clássicos *five pockets* (cinco bolsos), até criações de vanguarda com o maior ineditismo *fashion* possível, pautado pelas tendências da moda jovem em vigor.

3. Conclusão

Constatou-se na indústria do vestuário de moda que, com a utilização dos serviços de lavanderia, houve um crescente número de novos produtos diversificados e diferenciados. Percebe-se a redução

do número de produtos iguais, fato que corrobora com a necessidade de maior número de produtos diferenciados, uma das principais características de demanda do mercado do vestuário de moda.

Os processos químicos e físicos realizados em lavanderia são o principal fator da Estratégia Competitiva no segmento *jeanswear*, onde está localizado o ponto fundamental que possibilita a diferenciação de produtos destinados a um público consumidor cada vez mais ávido por produtos customizados responsáveis pelo aspecto “exclusivo” ou “de visual diferenciado” exigido pelos consumidores de moda.

Dentre os modelos de Estratégia Competitiva descritos, percebe-se, sem perder o controle relativo aos custos do produto, as Lideranças de Enfoque e Diferenciação, as mais aplicadas à MVM no segmento *jeanswear*. O *design* de lavanderia é a principal Estratégia Competitiva para se atingir a Liderança de Diferenciação.

4. Referências

[http://manequim.abril.com.br/blogs/olhar-da-modelagem/2010/01/21/beneficiamento-de-calca-jeans-](http://manequim.abril.com.br/blogs/olhar-da-modelagem/2010/01/21/beneficiamento-de-calca-jeans-4)

4. Acesso em 10/04/2011

[Bryman 89] Bryman. Alan. Research Methods and organization studies. London, Routledge, 1989.

[Godoy95] Godoy Arilda schimidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de Administração de Empresas, v.35, n2, p.57-63, mar./abr. 1995.

[Lima08] Lima. M. D. Fabiana. Estratégias Adotadas para o Estabelecimento de Parceiras e Relacionamento da Cadeia Têxtil Jeanswear. Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Paulista – UNIP, São,mPaulo, 2008.

[Mendes06] Mendes. D. Francisca. CadeiaTêxtil e as Estratégias de Manufatura na Industria do Vestuário de Moda. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção Universidade Paulista – UNIP, SãoPaulo, 2008.

[IEMI06] IEMI, Instituto de Estudos e Marketing Industrial. Relatório Setorial da Cadeia Têxtil Brasileira. São Paulo: Free Press, 2006.

[Contador96]Contador C.José. Modelo para aumentar a competitividade industrial. São Paulo. Edgar Bhicher, 1996.

[Porter68] P. E. Michael. Estratégia Competitiva. Rio de Janeiro, Campus, 19in89] Yin. K. Robert. Case Study Reserch design and methods. London, Sage publications , 1989.

[Zaccarelli00] ZACCARELLI, Sergio Baptistia. Estratégia e sucesso nas empresas. São Paulo: Saraiva, 2000.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: *Design de Lavanderia no Jeanswear: Uma Estratégia de Diferenciação na Manufatura do Vestuário de Moda – MVM*

Autores: F. D. Mendes, F. Lima, J. B. Sacomano

Coautores: J. P. A. Fusco

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais do VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design – VI CIPED 2011

Local da Publicação: Lisboa, Portugal

Mês e Ano da Publicação: outubro 2011

Total de páginas: 11 p.

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da produção

Projeto de Pesquisa: Planejamento e Controle da Produção e Redes de Empresas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

DISTRIBUIÇÃO DINÂMICA DE ELEVADORES PARA UM CONJUNTO DE ANDARES UTILIZANDO LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$

Fábio Luís Pereira¹, Amanda Luiza dos Santos Pereira²,
Fábio Vieira do Amaral³, Marcelo Nogueira⁴, Jair Minoro Abe⁵

Abstract: Starting from a scene-situation within which identifies not satisfy the demand in the use of elevators, it was determined as problem in this study the question of how to distribute the service lifts to a set of stories so that the resulting dynamics meets the demand placed on the situation. Thus, the use of Evidential Paraconsistent Annotated Logic $E\tau$ is primary to determine which floors demand greater access, enabling the service to the satisfaction of needs for access. For the investigation of this hypothesis was carried out not only the lifting of context information as well as explicit use has been made of the Algorithm-analyzer in decision making, searching for the classification by Average Wait Time lift.

Index Terms: Evidential Paraconsistent Annotated Logic $E\tau$, Algorithm Para-Analyzer, Decision Making.

Introdução

Este artigo trata da utilização dos fundamentos da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ na busca pelo acesso de elevadores distribuídos de maneira dinâmica.

Por meio da utilização do Algoritmo Para-analisador na tomada de decisão, obteve-se a classificação pelo Tempo Médio de Espera do elevador, na qual os usuários têm acesso às informações sobre qual andar cada elevador atende.

Para tal análise foram consideradas como entradas as mudanças de fluxos que são identificadas pela carga e contagem de usuários de cada elevador. Desta forma, realizou-se um levantamento do fluxo de utilização dos elevadores, gerando uma tabela definindo hora *versus* fluxo *versus* andar como entradas para o algoritmo.

¹ Fábio Luís Pereira, Mestrando em Engenharia de Produção, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, f.luis01@gmail.com

² Amanda Luiza dos Santos Pereira, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, amanda.luiza@gmail.com

³ Fábio Vieira do Amaral, Doutorando em Engenharia de Produção, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, favamaral@gmail.com

⁴ Marcelo Nogueira, Doutor em Engenharia de Produção, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, marcelo@noginfo.com.br

⁵ Jair Minoro Abe, Doutor em Filosofia, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, jairabe@uol.com.br

Demonstra-se que em um cenário constituído de prédio de 12 andares dotado de 4 elevadores, o acesso irrestrito a todos os andares, em situações de maior volume de utilização, resulta em lentidão no atendimento aos usuários. Por outro lado, a opção de distribuir fixamente o acesso aos elevadores resulta na ineficiência de um ou mais elevadores, pois, neste caso, não há observação do aspecto de distribuição da quantidade de usuários em relação aos andares.

O processo aqui viabilizado refere-se à distribuição dos elevadores nos períodos de aumento de volume de modo dinâmico [1], tendo em vista o tempo de acesso do elevador a cada andar para o qual é designado.

Conceitos Fundamentais

Esta seção trata, de modo específico, das conceituações que constituem o referencial teórico do estudo. Consequentemente, também é abordado, brevemente, o histórico da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$.

Histórico

Por volta do ano de 1910, o lógico polonês Lukasiewicz e o filósofo russo Vasilév, de modo independente, vislumbraram a Lógica Paraconsistente, sendo, portanto, seus precursores. Entretanto, o responsável pela primeira estruturação de um cálculo proposicional Paraconsistente foi um discípulo de Lukasiewicz, o lógico também polonês Jaskowski [2].

A partir de 1954, Newton C. A. da Costa desenvolveu os sistemas iniciais de Lógica Paraconsistente, contendo todos os níveis lógicos, cálculos proposicionais, de predicado e de descrições bem como lógicas de ordem superior.

Já na década de 90 surgem trabalhos neste campo de estudo dentre os quais se destaca o de Jair Minoro Abe, em função do estudo acerca da lógica de predicados, teoria de modelos, teoria anotada de conjuntos e determinados sistemas modais, dando continuidade às obras anteriores.

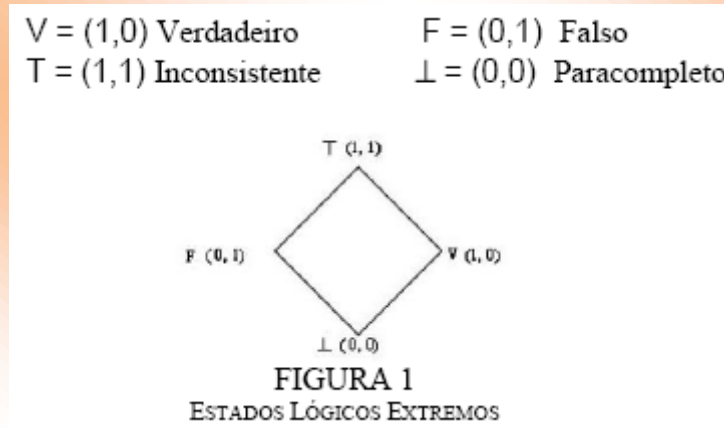
Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$

Nesta lógica tem-se a noção de grau de evidência, cuja obtenção se dá por meio, dentre outras alternativas, de probabilidades, medições e estatísticas, visto que demonstra a capacidade de tratar informações incertas e contraditórias [3].

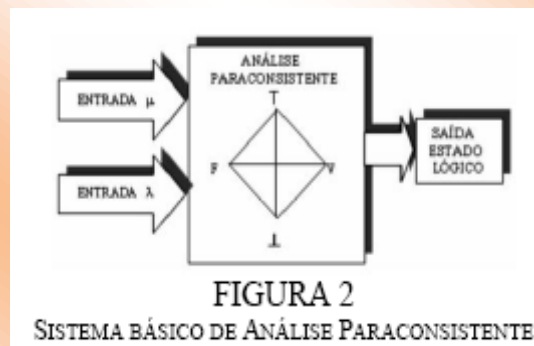
Para se obter melhor representação é comum utilizar um reticulado no qual em cada vértice aloca-se um símbolo que, por sua vez, é considerado como estado lógico. Este mesmo estado lógico

é representado por dois valores de anotação definidos pelo par (μ, λ) onde μ indica evidência favorável e λ evidência desfavorável em relação à proposição, como demonstrado na Figura 1.

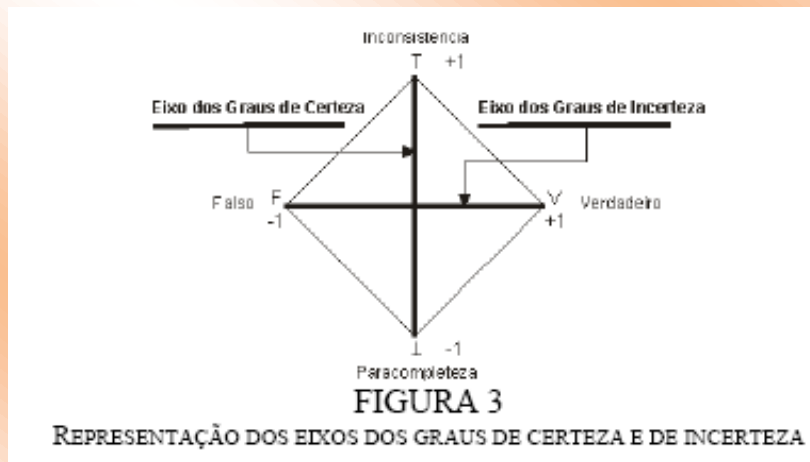
Portanto, demonstra-se os estados lógicos com os respectivos valores de evidência favorável e desfavorável:



Conforme a Figura 2 nota-se a utilização dos graus de evidências favorável e desfavorável como informações de entrada do sistema de Análise Paraconsistente e, como resultado de saída, obtêm-se os estados lógicos representados nos vértices do reticulado [3]-[4].



Nos sistemas de Análise Paraconsistentes, os graus de evidências favorável e desfavorável podem ser concebidos como conhecimento. Desta forma, ao passo em que se obtêm novas evidências, diminuem-se as contradições e, por conseguinte, há melhores condições de o sistema chegar a uma conclusão mais acertada [2].



Esta análise é realizada através da representação do reticulado em um QUPC (Quadrado Unitário no Plano Cartesiano), no qual é possível calcular o Grau de incerteza (G_i) utilizando a seguinte equação: $G_i = \mu + \lambda - 1$. O resultado é incluído verticalmente no QUPC compondo o eixo denominado de eixo dos graus de incerteza.

Igualmente é possível calcular o Grau de certeza (G_c) através da equação: $G_c = \mu - \lambda$. Tais valores são, por sua vez, alocados horizontalmente, constituindo o eixo dos graus de certeza, também demonstrado na Figura 3.

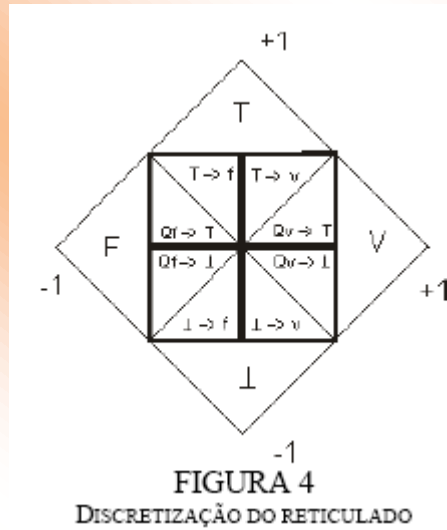
Dado que os valores dos graus de evidência variam entre 0 e 1, pode-se obter como saída os valores dos graus de incerteza e de certeza e, por meio de tais, identificar se há contradição, chegando-se às seguintes conclusões:

- Caso exista um alto grau de contradição significa que ainda não existe certeza quanto à decisão a ser tomada e, por conseguinte, se faz necessário buscar novas evidências;
- Existindo baixo grau de contradição e alto grau de certeza, pode-se formular a conclusão [2]-[3].

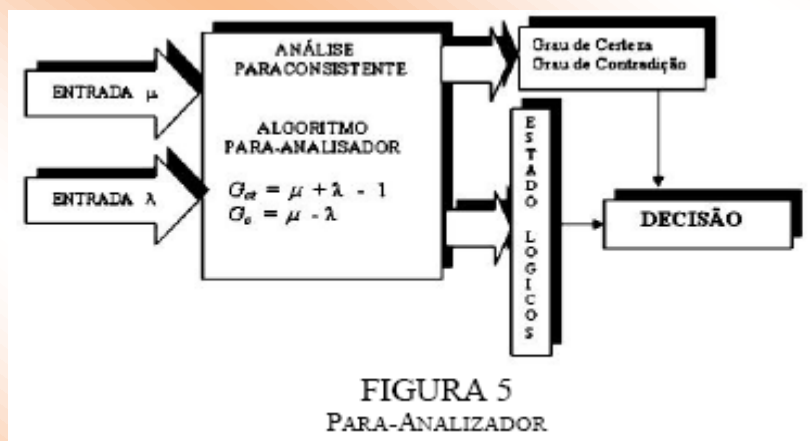
Uma forma de determinar as ações que o sistema vai tomar após a Análise Paraconsistente é discretizar o reticulado criando regiões delimitadas internas que são equivalentes aos estados lógicos de saída. Sobre isso, na Figura 4 demonstra-se o reticulado repartido em 12 regiões (correspondendo a 12 estados lógicos de saída, com os seus respectivos símbolos). O formato dessas regiões pode variar em função de ajuste nos valores de controles limites definidos externa e arbitrariamente possibilitando a otimização do Sistema de Análise Paraconsistente. Os estados Lógicos Não-Extremos são:

- $\perp \rightarrow f \Rightarrow$ Paracompleto tendendo ao Falso
- $\perp \rightarrow v \Rightarrow$ Paracompleto tendendo ao Verdadeiro
- $T \rightarrow f \Rightarrow$ Inconsistente tendendo ao Falso

- $T \rightarrow v \Rightarrow$ Inconsistente tendendo ao Verdadeiro
- $Qv \rightarrow T \Rightarrow$ Quase-verdadeiro tendendo ao Inconsistente
- $Qf \rightarrow T \Rightarrow$ Quase-falso tendendo ao Inconsistente
- $Qf \rightarrow \perp \Rightarrow$ Quase-falso tendendo ao Paracompleto
- $Qv \rightarrow \perp \Rightarrow$ Quase-verdadeiro tendendo ao Paracompleto



Na discretização do reticulado somente um estado lógico estará ativo no final de cada análise, isto é, o Sistema Paraconsistente pode formular conclusão e tomar uma decisão baseada em uma palavra binária de 12 dígitos, estando apto a trabalhar em sistemas de controles híbridos. E é este processo de discretização que facilita a descrição de todo o reticulado, originando-se o algoritmo Para-Analisador, conforme a Figura 5 [3]-[4]-[5]-[6]



Este algoritmo facilita a elaboração de circuitos eletrônicos de controladores que funcionam conforme a Lógica Paraconsistente, bem como, simuladores e controladores na forma de programação utilizando qualquer linguagem de computação [3]-[4].

Do ponto de vista conceitual, este algoritmo efetua a tradução da Análise Paraconsistente utilizando-se do tratamento dos valores dos graus de evidência que resultam nos valores dos graus de certeza e incerteza. Desta maneira, além da saída analógica (representando os graus de incerteza e de certeza), o algoritmo traz uma palavra binária de 12 dígitos onde um único dígito ativo representa o estado lógico resultante da análise.

Análise Paraconsistente

Esta seção abarca o desenvolvimento da análise já delimitada ao cenário de estudo.

TABELA I
LEVANTAMENTO DA UTILIZAÇÃO DOS ELEVADORES

	Elevador 1		Elevador 2		Elevador 3		Elevador 4	
	Ob.P	Ob.C	Ob.P	Ob.C	Ob.P	Ob.C	Ob.P	Ob.C
Andar	Qtde	Peso	Qtde	Peso	Qtde	Peso	Qtde	Peso
1	900	10000	900	55000	900	50000	900	63000
2	850	50000	800	55000	900	50000	800	55000
3	800	50000	900	63000	850	50000	900	63000
4	500	40000	450	30000	400	40000	550	30000
5	600	40000	550	40000	500	40000	600	40000
6	650	40000	700	35000	650	40000	500	35000
7	900	59000	900	60000	900	59000	900	60000
8	500	35000	300	30000	100	35000	300	30000
9	400	30000	600	20000	300	30000	400	20000
10	300	40000	100	30000	200	40000	100	50000
11	200	15000	300	25000	200	15000	700	25000
12	100	10000	200	20000	500	10000	200	20000

Realizou-se uma observação direta intensiva sistemática em ambiente, situação e definição seguintes [7]:

- O levantamento foi realizado em prédio de 12 andares com 4 elevadores;
- Cada elevador tem (como parâmetro) capacidade para 15 pessoas ou 1.050 kg;
- A situação de observação refere-se ao horário de maior utilização dos elevadores, isto é, entre 18h e 19h;
- A observação se deu individualmente, podendo utilizar-se de sensores de infravermelho e carga existente nos elevadores como possibilidade de obtenção dos dados, tendo em vista a quantidade de usuários (Ob.P) e o peso médio de carga (Ob.C) do elevador conforme a Tabela I.

Para comparar e classificar a distribuição atual dos elevadores a um conjunto de andares levantou-se o tempo de acesso aos andares por elevador, demonstrado na Tabela II, em quatro fatores diferentes:

- T1 – Tempo de acesso direto ao andar;
- T2 – Tempo de acesso ao andar passando pelos anteriores;
- TR1 – Tempo de acesso direto ao andar com retorno ao andar inicial;
- TR2 – Tempo de acesso ao andar passando pelos anteriores e com retorno ao andar inicial.

TABELA II
LEVANTAMENTO DO TEMPO DE ACESSO

Andar	T1	T2	TR1	TR2
1	0	0	0	0
2	20	20	25	25
3	25	40	35	80
4	30	60	45	120
5	35	80	55	160
6	40	100	65	200
7	45	120	75	240
8	50	140	85	280
9	55	160	95	320
10	60	180	105	360
11	65	200	115	400
12	70	220	125	440

TABELA III
TEMPO MÉDIO DE ESPERA EM RELAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO ATUAL

A	Qtde Pessoas	Seg.	Min.	Seg.	Min.	Seg.	Min.	Seg.	Min.	Min.
		T1	Média T1	T2	Média T2	TR1	Média TR1	TR2	Média TR2	Espera Média
1	900	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
2	838	20	18,61	20	18,61	25	23,26	25	23,26	1,7
3	863	25	23,96	40	38,33	35	33,54	80	76,67	5,3
4	475	30	15,83	60	31,67	45	23,75	120	63,33	8,0
5	563	35	21,88	80	50,00	55	34,38	160	100,00	10,7
6	625	40	27,78	100	69,44	65	45,14	200	138,89	13,3
7	900	45	45,00	120	120,00	75	75,00	240	240,00	16,0
8	300	50	16,67	140	46,67	85	28,33	280	93,33	18,7
9	425	55	25,97	160	75,56	95	44,86	320	151,11	21,3
10	175	60	11,67	180	35,00	105	20,42	360	70,00	24,0
11	350	65	25,28	200	77,78	115	44,72	400	155,56	26,7
12	250	70	19,44	220	61,11	125	34,72	440	122,22	29,3
Media Geral			22,92		56,74		37,10		112,22	12,9

Como demonstrado na Tabela III, analisou-se o tempo médio de espera em relação à distribuição atual dos elevadores para cada fator, relacionado pela média de pessoas que utilizaram o elevador no período compreendido entre 18h e 19h, observando-se o limite de 15 pessoas. Além disso, foi analisado o tempo médio de espera em relação à distribuição predefinida dos elevadores

para cada fator, relacionado pela média de pessoas que utilizaram o elevador no mesmo período, de acordo com a tabela abaixo.

TABELA IV
TEMPO MÉDIO DE ESPERA EM RELAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO PRÉ-DEFINIDA

A	E	Qtde Pessoas	Seg.		Seg.		Seg.		Seg.		Min. Espera Média
			T1	Média T1	T2	Média T2	TR1	Média TR1	TR2	Média TR2	
1		0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
2											
3	E1	725	25	20,14	40	32,22	35	28,19	75	60,42	5,0
4											
5											
6	E2	696	40	30,93	100	77,31	65	50,25	200	154,63	13,3
7											
8											
9	E3	300	55	18,33	160	53,33	95	31,67	320	106,67	21,3
10											
11											
12	E4	300	68	22,50	210	70,00	120	40,00	420	140,00	28,0
Media Geral		184		8,35		21,17		13,65		41,97	13,7

Os dados coletados foram normalizados para que atendessem a premissa dos graus de evidência favorável e desfavorável (compreendidos entre 0 e 1 para cada evidência). Na análise de cada elevador foram atribuídos à evidência favorável os valores relacionados ao número de pessoas e à evidência desfavorável os valores que correspondem ao complemento dos valores da carga.

TABELA V
BASE DE DADOS NORMALIZADOS E APLICAÇÃO NO PARA-ANALIZADOR

A	Elevador1		Elevador2		Elevador3		Elevador4	
	μ	λ	μ	λ	μ	λ	μ	λ
1	1,0	0,8	1,0	0,1	1,0	0,2	1,0	0,0
2	0,9	0,2	0,9	0,1	1,0	0,2	0,9	0,1
3	0,9	0,2	1,0	0,0	0,9	0,2	1,0	0,0
4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5
5	0,7	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,7	0,4
6	0,7	0,4	0,8	0,4	0,7	0,4	0,6	0,4
7	1,0	0,1	1,0	0,0	1,0	0,1	1,0	0,0
8	0,6	0,4	0,3	0,5	0,1	0,4	0,3	0,5
9	0,4	0,5	0,7	0,7	0,3	0,5	0,4	0,7
10	0,3	0,4	0,1	0,5	0,2	0,4	0,1	0,2
11	0,2	0,8	0,3	0,6	0,2	0,8	0,8	0,6
12	0,1	0,8	0,2	0,7	0,6	0,8	0,2	0,7

No âmbito do Para-Analizador, a fase seguinte corresponde ao processo de maximização, no qual se obteve os maiores valores das evidências favoráveis e os menores das evidências

desfavoráveis, entre os elevadores 1 (E1) e 2(E2), repetindo-se o processo em relação aos elevadores 3 (E3) e 4 (E4).

TABELA VI
MAXIMIZAÇÃO DAS EVIDÊNCIAS

E1 or E2		E3 or E4	
Or(μ)	And(λ)	Or(μ)	And(λ)
μ	λ	μ	λ
1,0	0,1	1,0	0,0
0,9	0,1	1,0	0,1
1,0	0,0	1,0	0,0
0,6	0,4	0,6	0,4
0,7	0,4	0,7	0,4
0,8	0,4	0,7	0,4
1,0	0,0	1,0	0,0
0,6	0,4	0,3	0,4
0,7	0,5	0,4	0,5
0,3	0,4	0,2	0,2
0,3	0,6	0,8	0,6
0,2	0,7	0,6	0,7

Na sequência, realizou-se o processo de minimização, o qual consiste na obtenção dos menores valores das evidências favoráveis e dos maiores valores das evidências desfavoráveis, as quais foram maximizadas anteriormente.

TABELA VII
MÍNIMIZAÇÃO DAS EVIDÊNCIAS

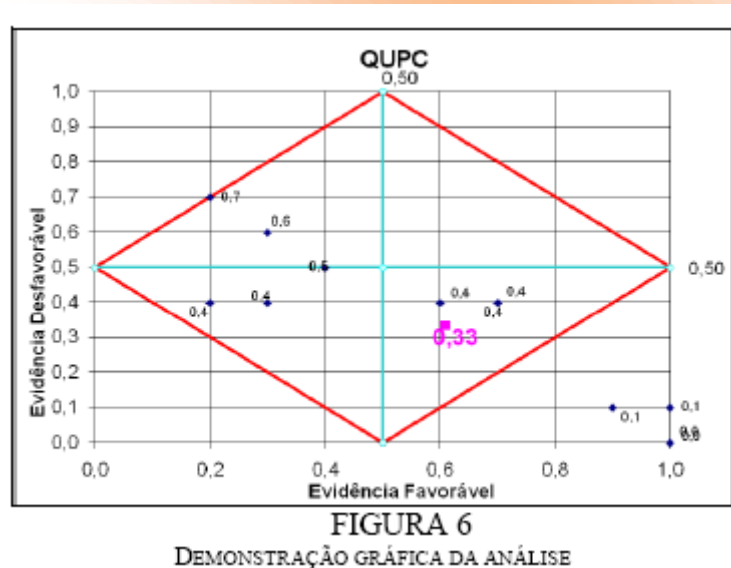
(E1 or E2) and (E3 or E4)	
And(μ)	Or(λ)
μ	λ
1,0	0,1
0,9	0,1
1,0	0,0
0,6	0,4
0,7	0,4
0,7	0,4
1,0	0,0
0,3	0,4
0,4	0,5
0,2	0,4
0,3	0,6
0,2	0,7

Em continuidade, gera-se o resultado que demonstra o grau de Certeza (G_c) e Incerteza (G_i) e também o parecer analítico (Elevador vazio, elevador quase vazio, elevador quase cheio, elevador cheio e indeterminado).

TABELA VIII
RESULTADO DA ANÁLISE

Ge	Gi	Decisão
0,9	0,1	Elevador Cheio
0,8	0,0	Elevador Cheio
1,0	0,0	Elevador Cheio
0,2	0,0	Elevador Quase Cheio
0,3	0,1	Elevador Quase Cheio
0,3	0,1	Elevador Quase Cheio
1,0	0,0	Elevador Cheio
-0,1	-0,3	Elevador Quase Cheio
-0,1	-0,1	Elevador Quase Vazio
-0,2	-0,4	Elevador Quase Vazio
-0,3	-0,1	Elevador Quase Vazio
-0,5	-0,1	Elevador Vazio

Além do resultado analógico, é plotado um gráfico demonstrando os valores analisados no QUPC demonstrado abaixo:



Considerações Finais

Como demonstrado na seção anterior, por meio do levantamento realizado, obteve-se informações acerca da quantidade de pessoas que utilizam os elevadores e o tempo necessário para retornar ao andar inicial.

Identificou-se que o tempo médio de acesso (no cenário atual) ao andar desejado no período observado foi de 13 minutos, incluindo-se a espera e a chegada efetiva ao andar desejado. Neste contexto, conclui-se que todos elevadores disponíveis a todos os andares resulta em tempo de espera passível de redução, bem como distribuir fixamente os elevadores origina aproveitamento inadequado dos mesmos, especialmente, em relação aos últimos andares.

Mediante tais conclusões, elaborou-se proposta de distribuição dos elevadores contida na tabela abaixo.

TABELA IX
DISTRIBUIÇÃO APOIADA NA ANÁLISE PARACONSISTENTE

A	E	Qtde Média	Seg.		Min.		Seg.		Min.		Minutos
			T1	Media T1	T2	Media T2	TR1	Media TR1	TR2	Media TR2	
1		900	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
2	E1	850	23	21,25	30	28,33	30	28,33	52,5	49,58	3,5
3											
4	E2	519	33	18,73	70	40,35	50	28,82	140	80,69	9,3
5											
6	E3	763	43	36,01	110	93,19	70	59,31	220	186,39	14,7
7											
8	E4	300	60	20,00	180	60,00	105	35,00	360	120,00	24,0
9											
10											
11											
12											
Média Geral		221		8,73		20,17		13,77		39,70	10,8

Apoiando-se no parecer analítico demonstrado na Tabela VIII, entende-se a necessidade de um mesmo elevador atender os andares 2 e 3, os quais apresentam a classificação de “Elevador Cheio”. No mesmo raciocínio, selecionou-se outro elevador para atendimento dos quarto e quinto andares, os quais foram representados pela classificação “Elevador Quase Cheio”.

Os andares 6 e 7, classificados como “Elevador Quase Cheio” e “Elevador Cheio” seriam atendidos pelo terceiro elevador. E, por fim, os andares 8, 9, 10, 11 e 12, classificados como “Elevador Quase Vazio” e “Elevador Vazio”, seriam atendidos pelo último elevador, uma vez que se evidenciou a baixa utilização em tais andares.

Desta maneira, supera-se a ociosidade de uma distribuição fixa simétrica, visto que os andares de menor demanda passam a ser atendidos por um único elevador e aproveita-se o potencial completo deste.

Somado a isto há significativa diminuição do tempo de espera que, de 13 minutos, pode chegar ao tempo médio de 10,8 minutos, isto é, tem-se um ganho de até 27% de tempo por meio de distribuição dinâmica apoiada em Lógica Paraconsistente.

Finalmente, cabe esclarecer que, no nível teórico metodológico, a utilização de sensores para a coleta dos dados (aqui coletados através de observação direta intensiva sistemática individual), juntamente com uma Rede Neural Artificial Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, poderia viabilizar a expansão da análise para todos os horários e propiciar mudanças na distribuição dinâmica aqui obtida em tempo real.

Referências

- [1] BUNGE, M. **Dicionário de Filosofia**, São Paulo: Perspectiva, 2006.
- [2] DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M.; TORRES, G. L. **Inteligência artificial com as redes de análises paraconsistentes**: Teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- [3] DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Fundamentos das redes neurais artificiais paraconsistentes**. São Paulo: Arte & Ciência, 2000.
- [4] DA COSTA, N. C. A. et al. **Lógica paraconsistente aplicada**. São Paulo: Atlas, 1999.
- [5] DE CARVALHO, F. R. **Lógica Paraconsistente aplicada em tomadas de decisões**: Uma abordagem para administração de universidades. São Paulo: Alef, 2002.
- [6] DE CARVALHO, F. R.; BRUNSTEIN, I.; ABE, J. M. Um estudo de tomada de decisão baseado em Lógica Paraconsistente Anotada: Uma avaliação do projeto de uma fábrica, **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, n. 1, dez. 2003, p. 47-62.
- [7] LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Distribuição Dinâmica de Elevadores para Um Conjunto de Andares Utilizando Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$

Autores: F. L. Pereira; A. L. dos S. Pereira; F. V. do Amaral; M. Nogueira; J. M. Abe

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Symposium on Engineering Education*, IGIP 2011

Local da Publicação: Santos – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 662-666

ISBN: 9788589120869

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

EFICIÊNCIA E EFICÁCIA: UMA ABORDAGEM SOBRE AS TAREFAS DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA INTERFACE DO MODELO ENTRADA-TRANSFORMAÇÃO-SAÍDA

Jose Barrozo de Souza (PPGEP-UNIP) josebarrozo@gmail.com

Jose Benedito Sacomano (PPGEP-UNIP) sacomano@terra.com.br

Sergio Luiz Kyrillos (PPGEP-UNIP) sergiolalupe@greco.com.br

Francisco José Santos Milreu (PPGEP-UNIP) milreu@uol.com.br

Este artigo tem como propósito contribuir para a maior compreensão e divulgação, tanto no meio acadêmico como no contexto empresarial, principalmente nas pequenas e médias empresas, acerca das tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada- transformação-saída. Para tanto este artigo utilizou de um procedimento metodológico combinando dois distintos tipos de técnicas de coleta de dados, sendo eles: a pesquisa bibliográfica (baseada nos requisitos do modelo gerencial de avaliação proposto por Sink e Tuttle (1993), no modelo entrada-transformação-saída e a Gestão da Manutenção) e a realização do trabalho de campo, através do envio de e-mails aos pesquisadores e especialistas, quando foram coletadas as suas opiniões sobre as tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída, através de um survey. Desta forma, o presente estudo busca responder à problemática: Quais as tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída que podem propiciar possibilidades da ocorrência da eficácia, eficiência, produtividade, qualidade, qualidade de vida no trabalho, inovação e lucratividade? Os resultados sugerem que existem fortes relações entre as tarefas da Gestão da Manutenção e a interface do modelo entrada-transformação-saída, propiciando possibilidades da ocorrência da eficácia, eficiência, produtividade, qualidade, qualidade de vida no trabalho, inovação e lucratividade.

Palavras-chaves: Eficiência, Eficácia, Manutenção, Produtividade, Gestão da Manutenção.

1. Introdução

No ano de 2009, o mundo e os mercados vivenciaram uma severa recessão e, em 2010, uma recuperação puxada por estímulos. Em 2011, com o término da primeira década do século XXI que tornou a competição mais acirrada, com o aumento do nível de maturidade e saturação dos principais mercados globais que alertaram as empresas da importância, no sentido de se alcançar maior eficiência dos seus recursos instalados, bem como maior eficácia nos seus resultados.

A globalização econômica intensificou a convivência das empresas com cenários de incertezas e imprevisibilidades onde as constantes mudanças, a acirrada concorrência e os novos padrões de qualidade e eficiência são elementos cada vez mais desafiadores (OLIVEIRA SOUZA, 2010).

Corroborando, Silveira (2009) mostrar que nos últimos quarenta anos, o aumento da competitividade no mercado globalizado levaram as empresas a produzirem produtos e serviços com qualidade, baixo custo e em menor tempo possível. A partir desta nova situação, abordagens, técnicas e princípios da gestão da qualidade passaram a receber um maior foco da gestão empresarial.

Não há dúvida de que algumas empresas grandes vão se sair bem nos próximos anos. E que algumas pequenas e ágeis vão disparar na frente de outras, mais antigas e lentas. Mas as maiores vencedoras serão as que conseguirem combinar as vantagens de escala de agilidade (inovação rápida da tecnologia), ou seja, ser eficiente e eficaz nos seus processos produtivos para responder às condições em rápida mutação dos mercados.

Com o crescimento da competição, as empresas têm de conviver com uma economia aberta e com desafios de dimensão global. Desse modo, cada vez mais as empresas procuram-se modernizar tecnológica e gerencialmente em busca de melhores condições competitivas (FUSCO e SACOMANO, 2009).

A bibliografia mostra a tendência crescente de interesse das empresas tradicionalmente de manufatura em ampliar as atividades de serviços como “soluções integradas”, “P-S” (*product-service*), “*winning in the aftermarket*”, “*servitization*”, entre outros termos (BAINES *et al.*, 2007; NEELY, 2007; COHEN *et al.*, 2006; OLIVA & KALLENBERG, 2003).

Com o surgimento de novos paradigmas da manufatura que obrigam a um raciocínio nos três níveis do modelo entrada-transformação-saída não apenas aos custos, mas também nos aspectos tecnológicos necessários ao alcance dos objetivos de desempenho, como a velocidade e a confiabilidade das entregas, a qualidade dos produtos e serviços, a flexibilidade com que a organização pode adaptar-se a mudanças e ao nível de melhorias.

E pelo desenvolvimento da importância da Gestão da Manutenção, no contexto da interface do modelo entrada-transformação-saída que vêm se expandindo o seu papel estratégico de oferecer disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade aos ativos, no que tange ao foco de preservação da função dos ativos, assim como contribui para a implementação dos objetivos de desempenho da função produção e garantir a competitividade da empresa e, muito recentemente sem agressões ao meio ambiente (MOUBRAY, 1997; PALMER, 1999; TAKATA *et al.*, 2004; MULLER *et al.*, 2008).

No entanto, poucas empresas compreendem que a mínima falha na eficácia ou pertinência da Gestão da Manutenção pode ter consequências indiretas extremamente prejudiciais para outras

funções da organização. Por exemplo, um problema de disponibilidade, confiabilidade, ou mesmo na manutenibilidade num equipamento pode facilmente gerar atrasos nas entregas, perda de clientes, necessidade de maiores estoques de produtos acabados para fazer face aos problemas da confiabilidade, dificuldades financeiras, horas extraordinárias e mesmo problemas de segurança.

Este artigo tem como propósito contribuir para a maior compreensão e divulgação, tanto no meio acadêmico como no contexto empresarial, principalmente nas pequenas e médias empresas que estão buscando alianças, acerca das tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída. Cabe ressaltar que o presente artigo está inserido no contexto do desenvolvimento de uma pesquisa de doutorado sobre: As tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída: Uma abordagem sistêmica visando critérios para avaliação do nível de maturidade da função manutenção.

A seguir, apresenta-se a fundamentação teórica do estudo, esclarecendo os tópicos centrais para o desenvolvimento da pesquisa, na sequência é apresentada a metodologia, bem como a análise dos dados coletados; por fim encontram-se as considerações finais.

2. A fundamentação teórica

As revisões de literaturas geralmente visam dois objetivos: Primeiro, elas resumem as pesquisas existentes, identificando padrões, temas e assuntos. Em segundo lugar ajuda a identificar os conteúdos conceituais do campo de pesquisa e pode contribuir para o desenvolvimento da teoria (HARLAND et al. 2006).

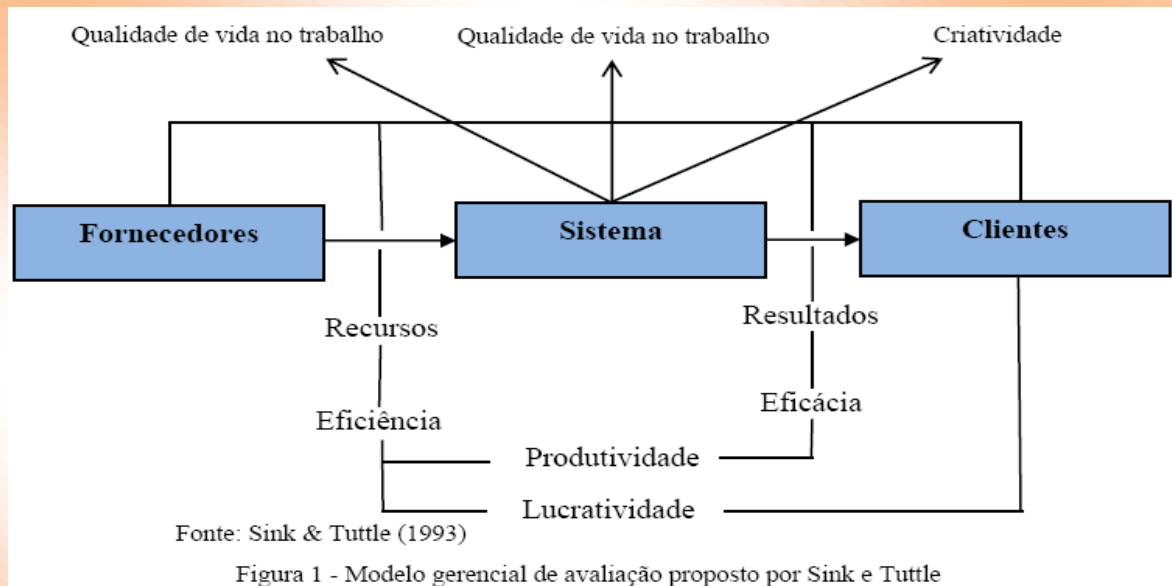
2.1 O modelo de avaliação segundo Sink & Tuttle

Resenhas parciais de metodologias que são utilizadas para avaliação do desempenho já propostas surgem em Bititci et al. (2002), Gomes, Yasim e Lisboa (2004) e Melnick, Stewart e Swink (2004). Pires (2004) define desempenho como a informação quantificada do resultado de processos, que pode ser comparada com metas, padrões, resultados passados e outros processos.

Com base nos estudos o modelo sugerido por Sink & Tuttle (1993), que é utilizado como referência neste artigo estabelece que o desempenho de um sistema organizacional é composto por um complexo inter-relacionamento de vários parâmetros ou critérios de desempenho, assim denominados: eficácia, eficiência, produtividade, qualidade, qualidade de vida no trabalho, inovação e lucratividade.

O grau de eficácia de um sistema organizacional deve mostrar a forma pela qual o sistema realiza aquilo a que se propôs, bem como refletir os objetivos corretos por ele alcançados. Evidentemente, a conceituação de objetivo correto sempre estará sujeito a interpretação, critério, julgamento e percepção de pessoas ou grupo de pessoas. A eficácia é compreendida como sendo a realização efetiva das coisas certas, pontualmente e dentro dos requisitos de qualidade especificados. O modelo estabelece uma medida operacional para a eficácia pela relação entre resultados obtidos e previstos. Segundo Corrêa (2008) eficácia refere-se à extensão segundo a qual os objetivos são atingidos, ou seja, as necessidades dos clientes e outros grupos de interesse da organização.

A eficiência deve ser associada ao consumo de recursos e pode ser visualizada no lado referente aos *inputs* (entradas). Uma definição operacional para a eficiência pode ser estabelecida pela relação entre consumo previsto de recursos e consumo efetivo de recursos. Sendo assim, a relação entre eficiência e eficácia pode ser percebida através da produtividade. Conforme Corrêa (2008) a eficiência é medida de quão economicamente os recursos da organização são utilizados quando promovem determinado nível de satisfação dos clientes e outros grupos de interesse. Na ótica do modelo, a produtividade é uma relação entre os resultados gerados pelo sistema e os recursos que propiciaram a geração desses resultados. A Figura 1 representa a esquematização do modelo.



A conceituação de produtividade como um parâmetro de desempenho, pode ser ampliada, uma vez que incorpora os conceitos de eficácia, eficiência e qualidade. A qualidade, como parâmetro de desempenho, é mais difusa no sistema organizacional devido a sua importância em todas as etapas de gerenciamento do sistema. Entretanto, este parâmetro deve ser definido operacionalmente com pelo menos cinco pontos de verificação, no sistema organizacional.

1. Conjunto de atividades que garantam a efetividade dos recursos;
2. Confirmação de que o sistema organizacional efetivamente está recebendo os recursos que necessita;
3. A criação de qualidade no produto ou serviço realizado pelo sistema organizacional e tem relações profundas com as percepções e o potencial criativo das pessoas;
4. Se os resultados gerados pelo sistema organizacional, satisfazem às especificações e requisitos estabelecidos; e,
5. Enfoca os sistemas à jusante e reflete a compreensão detalhada e significativa daquilo que os clientes querem, precisam, esperam e exigem e de como estão reagindo à entrega dos bens e serviços que o sistema organizacional está fornecendo.

A qualidade de vida no trabalho enfoca um aspecto particular do processo de transformação e é caracterizado pelas pessoas que compõem o sistema organizacional. Na visão esquemática para a definição operacional do parâmetro, observa-se que ele apresenta relações com o terceiro ponto de verificação de qualidade em que o sistema constrói a qualidade do produto ou do serviço.

A criatividade ou inovação também é um parâmetro de desempenho que guarda relações com o terceiro ponto de verificação de qualidade. A inovação é compreendida como um processo criativo capaz de mudar aquilo que o sistema organizacional realiza e, também, o modo de fazer.

A definição operacional da lucratividade é proposta como sendo a relação existente entre o resultado financeiro alcançado pelo sistema organizacional e os custos que propiciaram alcançá-lo.

Como foi apresentado o modelo de Sink & Tuttle (1993) possui forte enfoque em processos. Entretanto, traz uma ligação entre questões estratégicas e operacionais através de um modelo de melhoria contínua (HRONEC, 1993) e reavaliação estratégica. Este é um modelo que apresenta uma estruturação mais abrangente e procura direcionar a criação dos indicadores às necessidades estratégicas.

2.2 O modelo entrada-transformação-saída

O foco deste item, em termos da noção de estratégia de operações em si, é assegurar que todas as competências da operação forneçam vantagem competitiva, focando duas perspectivas em particular: requisitos de mercado e recursos de operações.

Slack (2009) conceitua operações como sendo a atividade de gerenciamento de recursos e processos que produz e entrega mercadorias e serviços. Ressaltando que em qualquer organização, não importando de qual setor seja, tem uma função de operações porque toda organização produz

algum mix de mercadorias e serviços, ou seja, todas as operações transformam entradas de recursos em saídas de produtos e serviços. Isso é conhecido de modelo de operações entrada-transformação-saída, como mostra a Figura 2.

MacCarthy & Fernandes (2002) definem sistema de produção industrial como sendo um conjunto de elementos humanos, físicos e gerenciais inter-relacionados projetados para que a geração de produtos aconteça tal forma que o valor final destes supere os custos incorridos para obtê-los. Em outras palavras, qualquer operação que produza bens ou serviços, faz isso por meio de um processo de transformação.

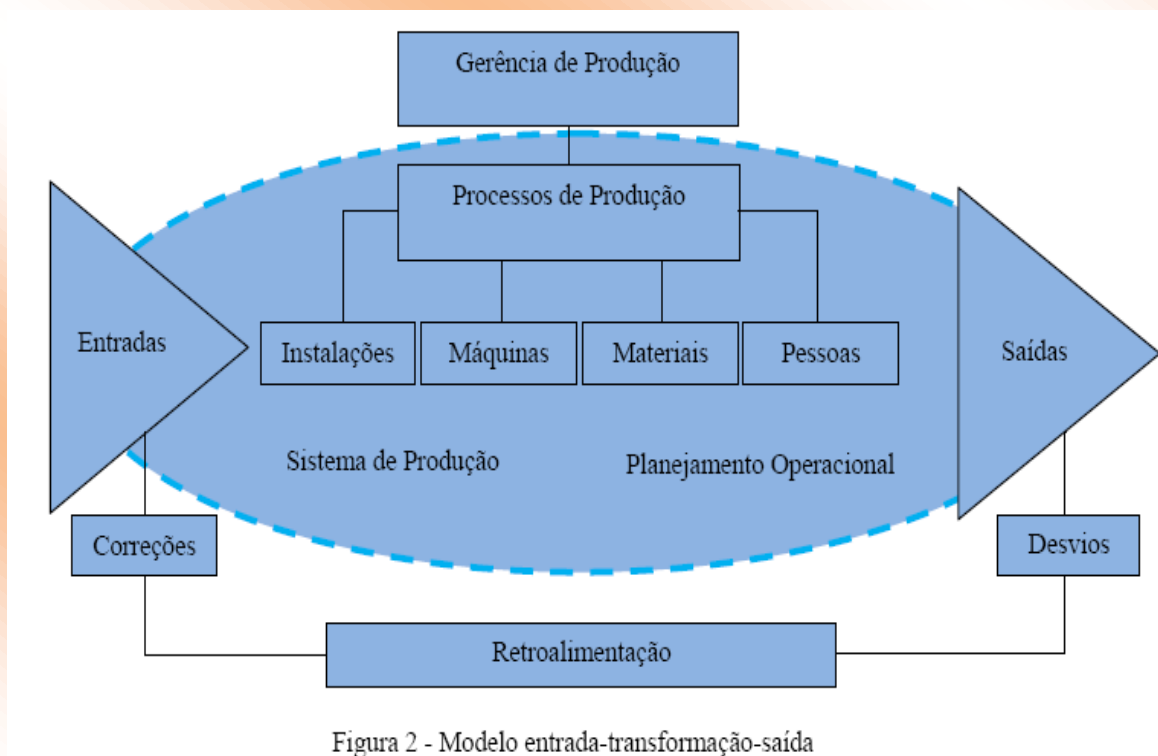


Figura 2 - Modelo entrada-transformação-saída

A Figura 2 mostra que os sistemas de produção estão inseridos em um ambiente e, portanto, influenciam o ambiente e ao mesmo tempo são também influenciados por este ambiente. A esse modelo, pode-se acrescentar como uma das saídas a serem consideradas, os efluentes, emissões, resíduos ou lixos, que devem ser corretamente gerenciados (GIANNIS & COSTAS, 2005). Sipper & Bulfin (1997) acrescentam que a “espinha dorsal” de qualquer sistema produtivo industrial é a manufatura, um processo com fluxo de 2 componentes principais: material e informação. Portanto, a principal atividade de um sistema de produção é a transformação e o principal resultado esperado é a agregação de valor ao produto.

Analisando a Figura 2 observa-se também, que os *inputs* (entradas) para a produção podem ser classificados em recursos transformados (materiais, informações e consumidores), ou seja, os

recursos que são tratados, transformados ou convertidos de alguma forma. E, os recursos de transformação (terreno, prédios, instalações, equipamentos, tecnologia do processo de produção e as pessoas).

O objetivo do processo de transformação das operações está diretamente relacionado com a natureza de seus recursos de input (entrada) transformados (processamento de materiais, processamento de informações e processamento de consumidores). Os *outputs* (saídas) e o objetivo do processo de transformação são bens físicos e/ou serviços, mas a maioria produz um composto dos dois, e estes, geralmente, são vistos como diferentes em vários sentidos, tais como: tangibilidade, estocabilidade, transportabilidade, simultaneidade, contato com o consumidor, qualidade, etc.

Pires (2004) utiliza uma classificação extensa e bastante conhecida dos sistemas produtivos feitos com base na atividade econômica à qual se referem, conforme a seguir:

- a) Primária: agropecuária, extrativismo;
- b) Secundária: indústria, transformação;
- c) Terciária: serviços.

É possível encontrar na literatura diversas classificações semelhantes (JOHNSON & MONTGOMERY, 1974; BUFFA & MILLER, 1979; BURBIDGE, 1990; dentre outros).

O gerenciamento de operações utiliza o modelo entrada-transformação-saída para análise dos negócios em três níveis, ou seja, o gerenciamento de processos e operações requer análise nos níveis: a rede de suprimentos, a operação e o processo. Em cada nível de análise, gerentes de operações, logicamente devem compreender as competências de cada elemento e a relação entre eles, isto é, entender a hierarquia de operações.

A gestão de seus recursos e de suas redes em todos os níveis, o gerenciamento de operações pode contribuir para o sucesso da organização propiciando ao negócio sobrevivência, com margens mais altas, inovação de produtos, satisfazendo os clientes e consumidores.

Conforme Slack (2009) estes benefícios ocorrem através de quatro objetivos gerais, quais sejam:

- a) Pode reduzir o custo de produzir produtos e serviços sendo eficiente na transformação das entradas em saídas;
- b) Pode aumentar a receita aumentando a satisfação do cliente através da capacidade de fornecer excepcional qualidade, responsividade, confiabilidade e flexibilidade;
- c) Pode reduzir o investimento (capital empregado) necessário para reduzir o tipo e a quantidade de produtos e serviços requeridos. O gerenciamento de operações pode fazer isso aumentando a capacidade efetiva da operação e sendo inovador no uso dos recursos físicos; e,

d) Pode formar a base para inovação futura construindo uma base sólida de competências, habilidades e conhecimento de operações dentro do negócio.

As quatro formas, inegavelmente estratégicas apontam que é necessário o foco detalhado e contínuo nos recursos das operações e nos processos, principalmente quando combinados.

2.3 A Gestão da Manutenção

Em face da atual competição global e crescente demanda de interessados (clientes e consumidores), há uma necessidade urgente das empresas de melhorarem o desempenho da produção e os seus negócios de base. O desempenho e a competitividade das empresas dependem da disponibilidade, confiabilidade, manutenibilidade e produtividade de seus equipamentos e suas instalações de produção (MADU, 2000; FLEISCHER et al. 2006).

Esta necessidade de melhorar o desempenho dos sistemas de produção que trouxe a Gestão da Manutenção para uma ótica mais pró-ativa. Existe um forte consenso entre os autores (COOKE, 2000; MADU, 2000) que a manutenção dos equipamentos e a confiabilidade do sistema, são fatores importantes que afetam a capacidade da organização para proporcionar qualidade e serviços oportunos para os clientes/consumidores e estar à frente da concorrência.

Como conceito, gestão é entendida como administrar, gerenciar, cujo conceito aplica-se as várias atividades de uma empresa. A gestão define o conjunto de ações para o gerenciamento global que para ser representado necessita das demais palavras da matriz “5W2H” tamanha a sua importância: O que, Porque, Onde, Quanto, Quando (PINTO, ALAN KARDEC, 2001).

A Gestão da Manutenção como um requisito estratégico das empresas modernas, é uma das responsáveis diretas pela disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade dos ativos de produção, inclusive podendo proporcionar sustentabilidade empresarial (empresa eco eficiente), tendo grande importância nos resultados da organização. Em uma visão administrativa atual e moderna, os resultados serão os melhores quanto mais eficazes forem à gestão da atividade de manutenção.

A manutenção é definida como uma combinação de todas as atividades técnicas e administrativas associadas e necessárias para manter os equipamentos, instalações e outros ativos físicos na condição operacional desejado ou restaurá-los a essa condição (PINTELON e VANPUYVELDE, 2006).

Imbuídos com essa responsabilidade de assegurar que a planta atinja o desempenho desejado, gerentes de manutenção precisam de um bom histórico de desempenho das operações e dos resultados da manutenção.

Além disso, é do interesse dos gestores de ativos conhecerem a relação entre a entrada do processo de manutenção e os resultados em termos de contribuição total para o desempenho de produção e objetivos estratégicos de negócios (PARIDA e CHATTOPADHYAY, 2007).

Uma vez definidos os propósitos da Gestão da Manutenção, a formulação da estratégia de manutenção (PINJALA, 2008), ações necessárias para a tomada de decisão, no que tange as políticas de manutenção que serão usadas, como e quando utilizar, e quantas vezes isso pode ser feito. De acordo com Pintelon and VanPuyvelde (2006), a tomada de decisão pode ser amplamente explicada em termos de ações da manutenção (trabalho fundamental de base), através do conhecimento das principais políticas de manutenção.

Gestão de ativos, mais especificamente a Gestão de Manutenção, é um grande problema hoje em dia. A desaceleração econômica, ao longo dos últimos dois anos, as maiores economias do mundo têm se defrontando com a ameaça de uma grande depressão. E a dinâmica de negócios nas empresas obriga a uma manutenção mais eficiente e eficaz. As empresas reconhecem que a Gestão da Manutenção pode proporcionar valor aos seus negócios.

Modelos de decisão podem ajudar as empresas a determinar o valor da manutenção. A literatura especializada fornece alguns modelos de decisão para determinar as políticas de manutenção ideal. Entretanto, estes modelos são limitados a problemas muito específicos.

Dekker (1995), já chegou à conclusão de que a investigação mais orientada para a aplicação deve ser feita. Uma das observações finais, Scarf (1997) afirma que a compreensão do processo de otimização é pelo menos tão importante quanto os próprios modelos.

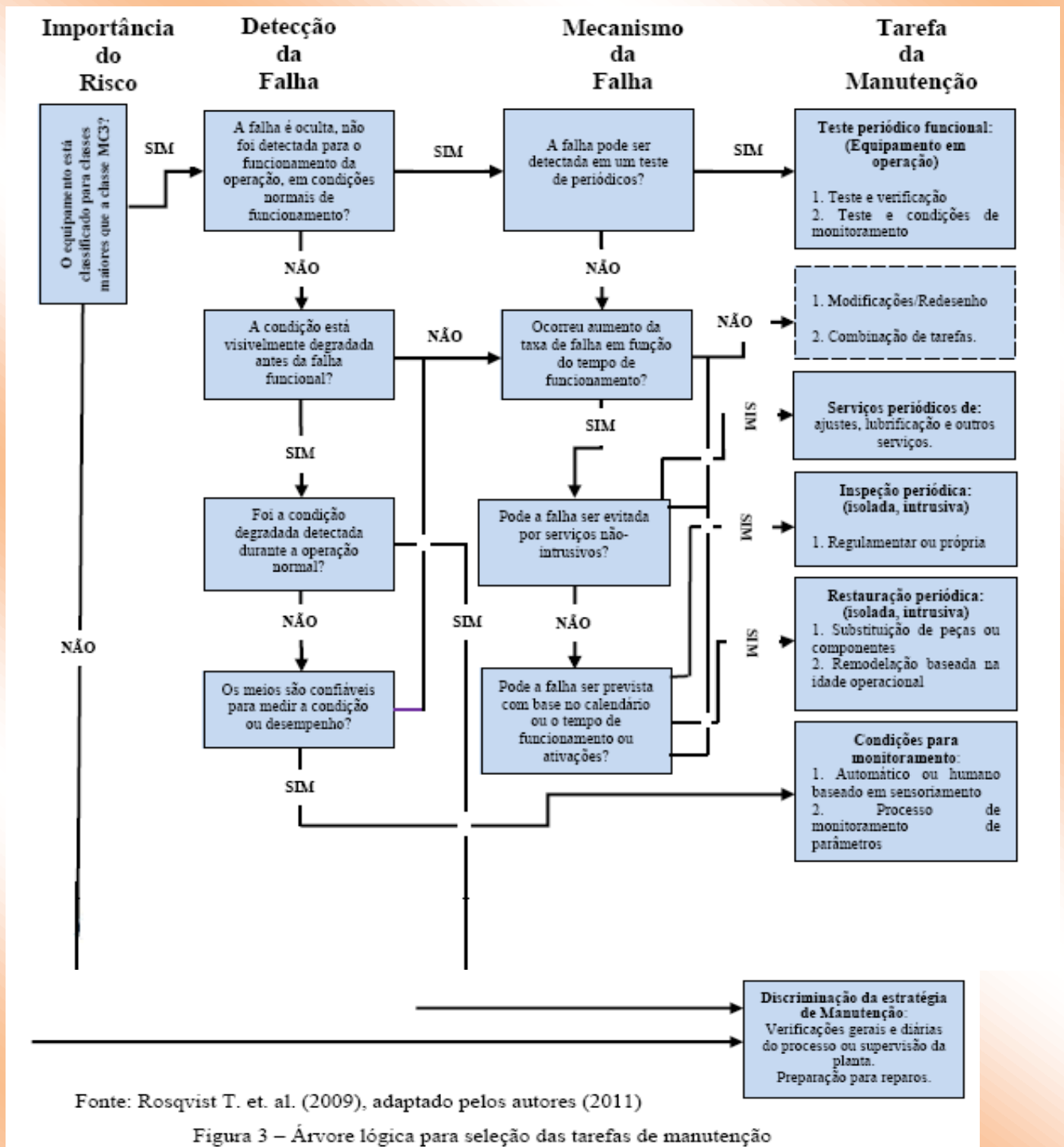
2.4 As tarefas da Gestão da Manutenção

Para a definição das tarefas da Gestão da Manutenção, inicialmente é necessário proceder a classificação de todos os equipamentos localizados na planta em uma das classes de manutenção definida. Isso garante que:

- 1) Cada equipamento localizado está classificado de acordo com sua importância e risco para os ativos valorizados;
- 2) Para cada equipamento localizado é atribuída uma especificação de requisitos em termos de confiabilidade que é combinada com a importância de risco da localização do equipamento.

Na abordagem *Value-Driven Maintenance Planning* (VDMP), proposta por Rosqvist et al. (2009), três classes de manutenção, são representadas por uma escala ordinal de importância do risco relativo, são definidas: Manutenção Classe 1 (MC1) está associada com as exigências de confiabilidade absoluta que são definidas para atender a planta no nível dos objetivos estratégicos;

Manutenção Classe 2 (MC2) está associada com as exigências de confiabilidade discricionários que são definidas para atender às metas de desempenho de manutenção; e Manutenção Classe 3 (MC3) está associada a nenhuma exigência confiabilidade. A seleção da tarefa de manutenção de base é apoiada pelo fluxograma mostrado na Figura. 3, desenvolvido para a abordagem VDMP.



Fonte: Rosqvist T. et. al. (2009), adaptado pelos autores (2011)

Figura 3 – Árvore lógica para seleção das tarefas de manutenção

O ponto de partida para a seleção das tarefas de manutenção dos equipamentos é a classificação de manutenção e especificação de requisitos relacionados aos atribuídos da localização dos equipamentos relacionados. O objetivo das tarefas de manutenção é garantir a operacionalidade dos equipamentos, detectar falhas e / ou evitar falhas funcionais.

Na abordagem *Value-Driven Maintenance Planning* (VDMP), proposta por Rosqvist et al. (2009), a seleção das tarefas para a manutenção, e estratégia para o equipamento deve ser tal que a especificação do requisito dos equipamentos localizados, seja cumprido. Isto significa que os equipamentos pertencentes a uma localização que tenha sido classificada em uma classe superior a MC3, “manutenção colapso”, devem ser atribuídas tarefas de manutenção preventiva que satisfaçam os requisitos para essa classe de confiabilidade de manutenção específica.

As principais fases, importância dos riscos, detecção de falhas, mecanismo de falhas e tarefa de manutenção seguem a lógica de decisão padrão da Manutenção Centrada em Confiabilidade. A Manutenção Centrada em Confiabilidade na árvore lógica apresentada na Figura 3, também deve dar uma resposta para as perguntas básicas:

O equipamento apresenta manutenibilidade? É melhor modificar ou manter? O calendário das tarefas de manutenção preventiva é determinado com base no parecer dos peritos e/ ou especialistas? O ponto de partida do levantamento é a questão "é o melhor intervalo atual de manutenção preventiva? Se não, deve o atual período ser prorrogado ou reduzido?

Mais especificamente, o que nos intervalos de manutenção deve se maximizar a diferença entre os custos de reparação prevista no âmbito da estratégia de degradação, e os custos de reparação esperado sob uma estratégia de manutenção pré-determinada com a adição dos custos fixos das tarefas periódicas de manutenção preventiva? O papel da árvore lógica na Figura 3 é diferente das outras tarefas de manutenção como pode sugerir uma modificação ou re-desenho do equipamento, se não houver combinação de tarefas de manutenção considerada adequada para controlar o modo de falha avaliado.

Isto significa que a planta/Gestão da Manutenção deve considerar o re-desenho e implementação da mudança do equipamento necessário, por exemplo, na falta de manutenção seguinte. Neste ponto, tem que se recordar que a seleção de tarefas de manutenção é guiada pela exigência da confiabilidade da localização do equipamento.

3. Procedimentos metodológicos

Para a maioria dos autores, o método científico é uma sequência lógica de procedimentos que se deve seguir para a consecução de um objetivo. Mas, segundo Kuhn (1981), a pesquisa eficaz

raramente começa antes que uma comunidade científica pense ter adquirido respostas seguras para perguntas como as seguintes: Quais são as entidades fundamentais que compõem o universo de pesquisa? Como interagem essas entidades umas com as outras e com os sentidos? Que questões podem ser legitimamente feitas a respeito de tais entidades e que técnicas podem ser empregadas na busca de soluções?

Para tanto este artigo utilizou de um procedimento metodológico combinando dois distintos tipos de técnicas de coleta de dados, sendo eles: a pesquisa bibliográfica (baseada nos requisitos do modelo gerencial de avaliação proposto por Sink e Tuttle (1993), no modelo entrada-transformação-saída e Gestão da Manutenção) e a realização do trabalho de campo, através do envio de e-mails aos pesquisadores e especialistas, quando foram coletadas as suas opiniões sobre as tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída, através de um *survey*.

Desta forma, o presente estudo busca responder à problemática: *Quais as tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída que podem propiciar possibilidades da ocorrência da eficácia, eficiência, produtividade, qualidade, qualidade de vida no trabalho, inovação e lucratividade?* E para alcançar o propósito e conseqüentemente responder ao problema determinou-se as seguintes fases específicas que foram:

- a) Mostrar o modelo proposto por Sink e Tuttle;
- b) Estudar as características do modelo entrada-transformação-saída;
- c) Identificar as tarefas da Gestão da Manutenção, com base nos modelos de referência da literatura que conceituam estas tarefas, considerando o modelo gerencial de avaliação proposto por Sink e Tuttle (1993);
- d) Com a utilização de um *survey*, enviado por *e-mail* aos pesquisadores e especialistas foram identificadas as tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada- transformação-saída.

4. Considerações finais

O objetivo deste estudo foi identificar as tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída que podem propiciar possibilidades da ocorrência da eficácia, eficiência, produtividade, qualidade, qualidade de vida no trabalho, inovação e lucratividade.

Verificou-se que o relacionamento entre os pesquisadores e especialistas tem forte influência com relação a identificação das tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída, e os resultados indicam que as tarefas da Gestão da Manutenção na interface do modelo entrada-transformação-saída identificadas se implantadas podem ser geradoras de sinergia e

podem propiciar eficácia, eficiência, produtividade, qualidade, qualidade de vida no trabalho, inovação e lucratividade.

As tarefas da Gestão da Manutenção, na medida em que influenciam na capacidade de produção e na diminuição do custo operacional dos equipamentos, isto é, quando alcança este equilíbrio significa a maximização da sua contribuição na rentabilidade da empresa.

Desta forma, a empresa, como um sistema aberto, estuda, cria uma sistematização prévia das tarefas da Gestão da Manutenção e, conseqüentemente, eleva as taxas de disponibilidade. Confiabilidade e Manutenibilidade dos equipamentos e ou do seu sistema produtivo.

Outra consideração identificada pelos pesquisadores e especialistas é que os métodos, processos e as tarefas da Gestão da Manutenção estão permanentemente sendo aperfeiçoadas.

Para produzir um elevado nível de qualidade, os equipamentos de produção devem operar dentro das especificações que são alcançadas através de ações pró ativas de manutenção. Um sistema é uma coleção de componentes que trabalham compartilhados em direção a um objetivo comum. A Gestão da Manutenção pode ser considerada como um sistema com um conjunto de atividades ou tarefas realizadas em paralelo com os sistemas de produção.

Os sistemas de produção estão geralmente preocupados com as entradas de transformação de produtos e ou serviços tais como matérias-primas, trabalho e processos que venham satisfazer as necessidades e as expectativas do cliente. A produção primária de um sistema produtivo é de produtos acabados, uma saída secundária é a falha do equipamento. Esta saída secundária gera demanda para a manutenção. A Gestão da Manutenção leva isso para a entrada e acrescenta-lhe "know-how" e produz equipamentos em boas condições aumentando a capacidade de produção.

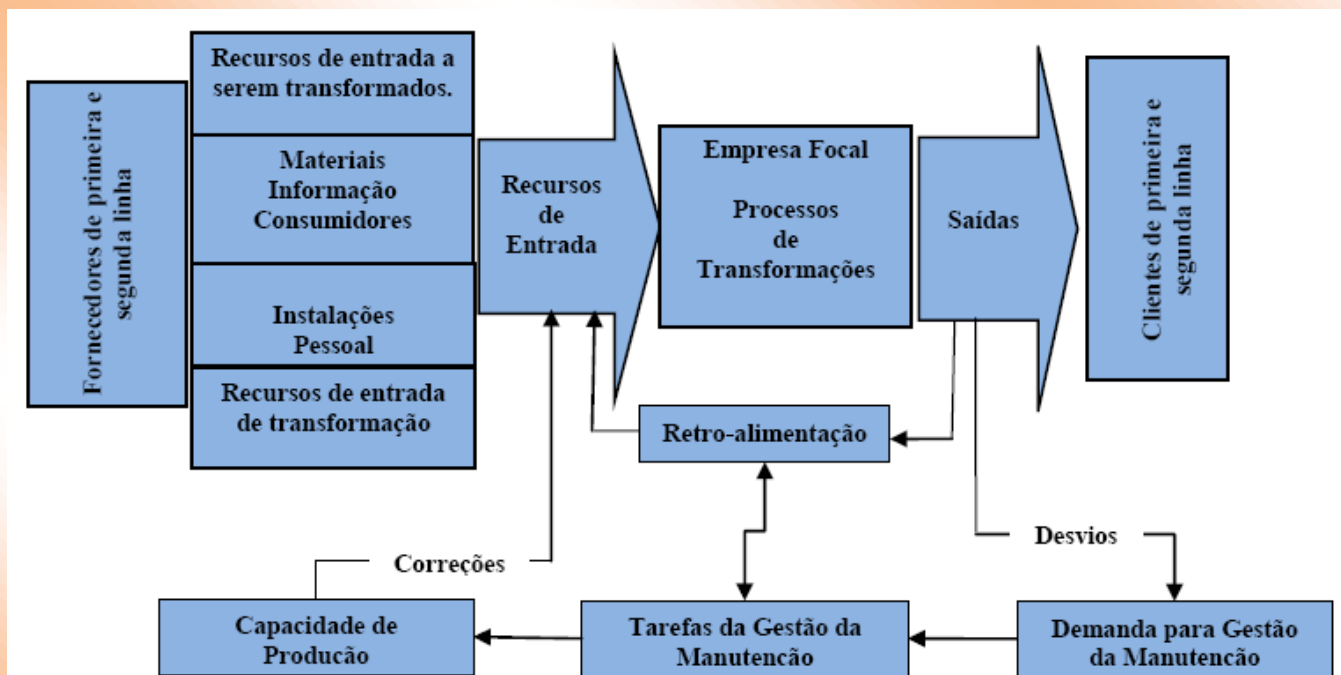
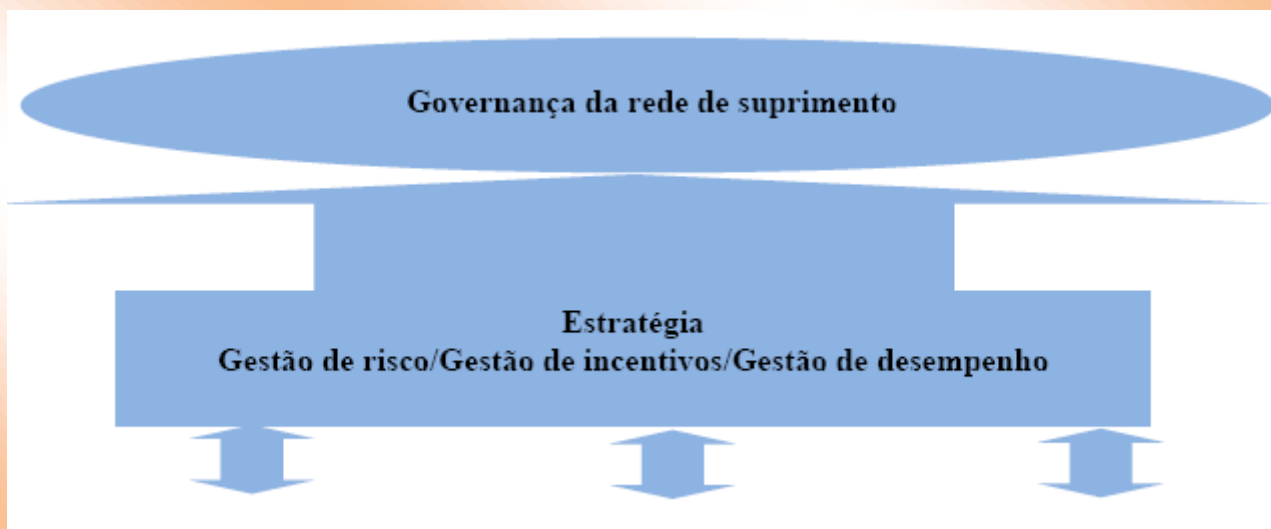
O objetivo primário global de um sistema de produção é maximizar os lucros das oportunidades disponíveis no mercado, e seu objetivo secundário é preocupada com os aspectos econômicos e técnicos do processo de transformação. A Gestão da Manutenção ajuda a atingir esses objetivos, bem como, aumenta os lucros e a satisfação do cliente. Estes são alcançados minimizando o tempo de inatividade da planta, melhorando a qualidade, aumentando a produtividade e entrega de encomendas aos clientes em tempo hábil.

Outro fato considerado na presente pesquisa foi que os sistemas de produção foram otimizados como um sistema integrado e têm sido estudados extensivamente, em comparação com os sistemas de manutenção. Obviamente, existe uma necessidade de trazer essa abordagem para manutenção.

O papel da Gestão da Manutenção tem sido utilizada em organizações industriais, no entanto, tornou-se claro que as funções de manutenção também são essenciais para as organizações de serviços, como hospitais, usinas siderúrgicas, refinaria de petróleo, etc. A Figura 4 mostra em caráter

de contribuição a relação diagramática entre os objetivos organizacionais do sistema produtivo (modelo entrada-transformação-saída) e a Gestão da Manutenção.

Os conceitos, modelos e uso de técnicas apresentadas neste artigo são para a organização do planejamento, da concepção, e sistemas de controle da função manutenção e são aplicáveis a todas as organizações que realizam uma função de negócios.



Fonte: Adaptado pelos autores (2011)

Figura 4 – Relação entre os objetivos organizacionais, o processo de produção e Gestão da Manutenção

Em resumo, demonstramos que a natureza de uma tarefa de manutenção é um dos principais determinantes da existência ou não da demanda para a Gestão da Manutenção no modelo entrada-transformação-saída.

Por fim este artigo alerta que a qualidade e produtividade, embora importantes deixaram de ser suficientes para gerar vantagem competitiva na empresa. É necessário que os gestores insiram as tarefas da Gestão da Manutenção na estratégia da empresa para transformá-las em um diferencial e gerar processos e operações com eficiência e eficácia.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da comunidade de pesquisadores e especialistas que direta ou indiretamente colaboraram no desenvolvimento deste estudo.

E com uma deferência muito especial desejamos reconhecer o excelente e meticuloso serviço prestado pelos referees anônimos, que contribuiu de maneira expressiva para a forma final deste artigo.

Referências

BAINES, T.; LIGHTFOOT, H.; EVANS, S.; NEELY, A.; GREENOUGH, R.; PEPPARD, J.; ROY, R.; SHEHAB, E.; BRAGANZA, A.; TIWARI, A.; ALCOCK, J.; ANGUS, J.; BASTI, M.; COUSENS, A.; IRVING, P.; JONHSON, M.; KINGSTON, J.; LOCKETT, H.; MARTINEZ, V.; MICHELE, P.; TRANFIELD, D.; WALTON, J. & WILSON, H. *State-of-the-art in product-service systems*. Journal of Engineering Manufacture Part B. Vol. 221, p.1543-1552, 2007.

BITITCI, U.; NUDURUPATI, S.; TURNER, T.; CREIGHTON, S. Web enable performance measurements: management implications. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 22, n. 11, p. 1273-1287, 2002.

BUFFA, E.S.; MILLER, J. G. *Production-Inventory Systems: Planning and Control*. Richard D. Irwin, 1979.

BURBIDGE, J. L. *Production Control: A Universal Conceptual Framework*. Production Planning & Control, Vol. 1, n. 1, 3-16, 1990.

COHEN, M.; AGRAWAL, N. & AGRAWAL, V. *Winning in the aftermarket*. Harvard Business Review. Vol. 84, n.5, p.129-138, 2006.

- COOKE, F.L.** Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers. *International Journal of Quality & Reliability Management* 17 (9), 1003–1016, 2000.
- CORRÊA, H. L., CORRÊA, C. A.** Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2008.
- DEKKER, R.** "On the use of operations research models for maintenance decision making". *Microelectronics and Reliability*, 35(9-10), pp. 1321-1331. 1995.
- FLEISCHER, J., U. WEISMANN, S., NIGGESCHMIDT.** Calculation and Optimisation Model for Costs and Effects of Availability Relevant Service Elements. In: 13Th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering; Proceedings of LCE, 2006.
- FUSCO, J. P.; SACOMANO, J. B.** Alianças em redes de empresas: modelo de redes simultâneas para avaliação competitiva. São Paulo: Arte & Ciência, 2009.
- GIANNIS, T. T.; COSTAS, P. PAPPIS.** Environmental Principles Applicable to Supply Chains Design and Operation. *Journal of Cleaner Production*, 2005.
- GOMES, C.; YASIM, M.; LISBOA, J.** An examination of manufacturing organizations's performance evaluation: analysis, implications and a framework for future research. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 24, n. 5, p. 488-513, 2004.
- HARLAND C. M., LAMMING R. C., WALKER H., PHILIPS W. E., CALDWELL N. D., JOHNSON T. E,** et al. Supply management: is it a discipline? *International Journal of Operations & Production Management*; 26(7):730–53. 2006.
- HRONEC, STEVEN, M.;** Vital Signs – Using Quality, Time, and Cost Performance Measurements to Chart your Company's Future, Arthur Andersen Co., NY, 1993.
- JOHNSON, L. A.; MONTGOMERY, D. C.** Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control. New York: Wiley, 1974.
- KUHN, T.S.** A estrutura das revoluções científicas, São Paulo, perspectiva, 1981.
- MACCARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C. F.** A Multidimensional Classification of Production Systems for the Design and Selection of Production Planning and Control Systems. *Production Planning & Control*, Vol. 11, n. 5, 481-496, 2002
- MADU, C.** Competing through maintenance strategies. *International Journal of Quality & Reliability Management* 17 (9), 937–948. 2000
- MELNICK, S.; STEWARD, D.; SWINK. M.** Metrics and performance measurements in operations management: dealing with the metrics maze. *Journal of Operations Management*, 22, p. 219-217, 2004.
- MOUBRAY, J.** Reliability-centered maintenance. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

- MULLER, A.; CRESPO MARQUEZ, A.; IUNG, B.** On the concept of e-maintenance: review and current research. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 93, p. 1165-1187, 2008.
- NEELY, A.** *The servitization of global manufacturing: an analysis of global trends*. 14th European Operations Management Conference, Ankara, Turkey, 2007.
- OLIVA, R. & KALLENBERG, R.** *Managing the transition from products to services*. *International Journal of Service Industry Management*. Vol. 14, n.2, p.160-172, 2003.
- OLIVEIRA SOUZA, P. HELEN LISBOA, SANTOS, F.MOREIRA LIMA. A. C. DE SÁ BARRETO DIAZ, VASCONCELOS, M. S. L.** Gestão integrada da qualidade, meio ambiente e saúde e segurança no trabalho – Uma abordagem sistêmica. In: Anais: XVII SIMPEP Bauru-SP, Brasil, 08 a 10 de novembro de 2010.
- PALMER, D.** *Maintenance planning and scheduling handbook*. N.Y.: McGraw-Hill, 1999.
- PARIDA, A., CHATTOPADHYAY, G.** Development of a multi-criteria hierarchical framework for maintenance performance measurement (MPM). *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 13 (3), 241–258. 2007.
- PINJALA, K.S.** *Dynamics of Maintenance Strategy*. Katholieke Universiteit Leuven. Belgium. Doctoral Report. 2008.
- PINTELON, L., VANPUYVELDE, F.** *Maintenance Decision Making*. Leuven, Belgium, Acco. 2006.
- PINTO, A. K.,** *Manutenção função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed. 2001.
- PIRES, S.** *Gestão da cadeia de suprimentos (supply-chain management): conceitos, estratégias, práticas e casos*. São Paulo: Atlas, 2004.
- ROSQVIST, T.; LAAKSO, K.; REUNANEM, M.** Value-driven maintenance planning for a production plant. *Reliability Engineering and System Safety*, 94, pp. 97–110. 2009.
- SCARF, P.** "On the application of mathematical models in maintenance". *European Journal of Operational Research*, 99(3), pp. 493–506. 1997.
- SILVEIRA, V. S.** Os Modelos Multiestágios de Maturidade: Um Breve Relato de sua História, sua Difusão e sua Aplicação na Gestão de Pessoas por meio do People Capability Maturity Model (P-CMM). *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba-PR, v. 13, n.2, p. 228-246, 2009.
- SINK, SCOTT D., TUTTLE, THOMAS C.** *Planejamento e Medição para a Performance*, Editora Qualitymark, RJ, 1993.
- SIPPER, D.; BULFIN, R. L. JR.** *Production: Planning, Control, and Integration*. New York: McGraw-Hill, 1997.
- SLACK, N.; JONHSTON, R.; CHAMBERS, S.;** *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SLACK, N., LEWIS M. Estratégias de Operações, Editora Bookman, RS, 2009.

TAKATA, S. et al. Maintenance: changing role in life cycle management. CIRP ANNUALS – Journal of Manufacturing Technology, v. 53, n. 2, p. 643-655, 2004.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Eficiência e Eficácia: uma Abordagem das Tarefas da gestão da Manutenção na Interface do Modelo Entrada-Transformação-Saída

Autores: J. B. de Souza, J. B. Sacomano

Coautores: S. L. Kyrillos, F. J. S. Milreu

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção

Local da Publicação: Belo Horizonte, MG, Brasil

Mês e Ano da Publicação: outubro 2011

Total de páginas: 14 p.

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operações

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Planejamento e Controle da Produção e Redes de Empresas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

ESTUDO PRELIMINAR DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO ABC PAULISTA A PARTIR DA SÍNTESE EM EMERGIA

Fábio Sevegnani ¹, Cecília M. V. B. Almeida ², Biagio F. Giannetti ³, Silvia H. Bonilla ⁴

¹ Fábio Sevegnani – Universidade Paulista – UNIP –
Rua Dr. Bacelar, 1.212 – 04026-002 – São Paulo-SP – Brazil – proffabios@gmail.com

² Cecília M. V. B. Almeida – Universidade Paulista – UNIP –
Rua Dr. Bacelar, 1.212 – 04026-002 – São Paulo-SP – Brazil – cmvbag@unip.br

³ Biagio F. Giannetti – Universidade Paulista – UNIP –
Rua Dr. Bacelar, 1.212 – 04026-002 – São Paulo-SP – Brazil – biafgian@unip.br

⁴ Silvia H. Bonilla – Universidade Paulista – UNIP –
Rua Dr. Bacelar, 1.212 – 04026-002 – São Paulo- SP – Brazil – bonilla@unip.br

Abstract: The great growth of the urban population generates a great change in the life style, land use, energy demand and consequent environmental pressure. In this way, studies related to environmental sustainability of urban systems and the availability of natural resources are of major importance. EMergy is considered to be a powerful tool to environmental accounting and measures both natural and human resources to generate products and services. The evaluation through eMergy synthesis of cities, states, nations and its base resources provides large scale perspective to evaluation of environmental areas and can help selection of policies for public benefit. This preliminary study applies the eMergy synthesis to evaluate the sustainability of the cities that compose the ABC Paulista, accounting the local free renewable resources that give support to the cities.

Index Terms: eMergy synthesis, environmental accounting, environmental sustainability, urban systems.

Introdução

As cidades podem ser consideradas como organismos centralizadores de diversas atividades, sejam elas comerciais, industriais, sociais, políticas e econômicas sendo que estas representam na biosfera um grande consumidor de recursos e serviços ambientais que muitas vezes não se encontram dentro de seus limites. As cidades necessitam de áreas, pessoas, materiais, conhecimento e diversos outros recursos para que suas atividades sejam realizadas. Assim, as cidades são dependentes em maior ou menor grau de atividades desenvolvidas por outras cidades, muitas vezes bastante distantes, como o

plântio de alimentos, produção de combustíveis, tratamento de água, sistema de armazenamento de resíduos sólidos urbanos, formação profissional de pessoas, produção de matérias-primas e outras diversas atividades que podem não ser desenvolvidas dentro dos limites do município. A existência e a manutenção de uma cidade e sua estrutura interna dependem do fluxo de produtos e serviços para dentro, para fora e através da cidade [1].

Desta forma, entende-se que existe um fluxo constante de energia, na forma de materiais, pessoas, conhecimento e outros cruzando os limites do município, sendo que estes podem vir de diversas localizações na biosfera.

Por meio do conceito de contabilidade em eMergia é possível contabilizar as trocas existentes entre o município e o “ambiente externo” de forma a avaliar sua sustentabilidade. É possível avaliar a real riqueza de uma região tendo uma visão mais realista do que a visão proposta pela avaliação econômica através do produto interno bruto (PIB) ou da avaliação social feita pelo índice de desenvolvimento humano (IDH). As abordagens do PIB e do IDH diferem drasticamente da forte definição de sustentabilidade [2].

A avaliação da eMergia de estados, nações e seus recursos base dá uma perspectiva de grande escala para avaliação de áreas ambientais e ajuda a selecionar políticas para benefício público [3]. Entendendo que cidades são um tipo especial de sistema ecológico, Odum et al. [4] sugeriram a necessidade de uma abordagem mais abrangente do ponto de vista da biosfera que fornece recursos e serviços ambientais.

A utilização da contabilidade em eMergia já foi explorada por diversos pesquisadores em diversas aplicações, inclusive no estudo de sistemas urbanos. A cidade de Roma foi estudada de forma similar por Ascione et al. [5] e comparada com os valores da Itália. Zhang et al. [6] estudaram o metabolismo urbano da cidade de Pequim baseados na síntese em eMergia. Lei et al. [7] avaliaram o sistema dinâmico urbano e econômico de Macao. Huang [8] desenvolveu padrões de indicadores para avaliar a sustentabilidade urbana de Taiwan. Um padrão integrado para estudos regionais tomando como base a província de Cagliari na Itália através de uma análise espacial baseada em eMergia foi desenvolvida por Pulselli et al. [9].

O ABC Paulista é composto por três municípios: Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul. O ABC é importante polo industrial, tecnológico e de moradia, sendo uma região de suporte bastante importante da Grande São Paulo, merecendo um estudo mais abrangente com relação à sustentabilidade ambiental. Este trabalho apresenta um estudo preliminar de sustentabilidade do ABC Paulista utilizando a contabilidade em eMergia para avaliar as entradas de recursos locais renováveis necessárias para a manutenção das atividades urbanas.

Metodologia

Odom frisa que a contabilidade em eMergia é um sistema de avaliação com base científica capaz de representar tanto valores ambientais e econômicos em uma métrica comum.

eMergia, escrita com 'm', é a memória de energia ou o total de energia incorporada em um produto ou serviço. É definida como a soma de toda energia necessária direta ou indiretamente para gerar um produto ou serviço [3].

As contribuições de energia para gerar um produto ou serviço são expressas em uma base comum (equivalente solar em Joule, seJ) permitindo sua contabilização.

A transformidade mede a relação entre eMergia e energia, sendo que é a eMergia necessária para obter 1 J de um produto ou serviço direta ou indiretamente [10]. Neste caso sua unidade é seJ/J. Em alguns casos a transformidade pode ser calculada como a eMergia necessária para obter uma unidade de produto ou serviço. Como por exemplo, a eMergia necessária para gerar um quilograma de algum material. Neste outro caso sua unidade seJ/kg é denominada eMergia específica.

Dois produtos acabados idênticos podem ter sido produzidos por processos diferentes em fábricas diferentes. Desta forma a eMergia e a transformidade serão diferentes nos dois casos. Isto ocorre porque eMergia não é um propriedade intensiva e depende do material e energia usados em cada passo do processo de produção.

A contabilidade em eMergia é iniciada através da construção de um diagrama de fluxos de energia (Figura 1) identificando diversos fluxos de recursos que cruzam a fronteira do sistema. A construção do diagrama é realizada com a utilização de símbolos específicos (apresentados no Quadro 1) que padronizam sua confecção.





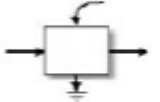
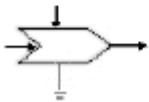
No diagrama são identificados fluxos de recursos renováveis (R), não renováveis (N) e importados (F). Os recursos R e N são fornecidos pelo ambiente de forma economicamente gratuita. No entanto os recursos R só podem ser considerados renováveis se estiverem sendo consumidos em velocidade menor que a de sua reposição. A água, por exemplo, dependendo da situação, pode não ser um recurso renovável se a velocidade com que está sendo consumida superar a velocidade de reposição. De forma análoga, os recursos N são consumidos mais rapidamente que a sua velocidade de reposição.

Os recursos F são recursos economicamente adquiridos e podem ser contabilizados em unidade monetária, que pode ser transformada em equivalente de eMergia (seJ), tornando assim possível a comparação com outros fluxos [3].

O próximo passo da contabilidade em eMergia é a montagem das tabelas dos fluxos de eMergia. A montagem das tabelas é feita com base nos recursos mostrados no diagrama.

Resultados e Discussão

O diagrama mostra os fluxos de recursos naturais renováveis (R) que são chuva, vento e sol. São mostrados os recursos naturais não renováveis (N) na forma de estoques como o de água represada por exemplo. No município de São Bernardo do Campo existe a represa Billings que dá suporte de fornecimento de água para diversos municípios da região da grande São Paulo. Os municípios compram recursos de fora de suas fronteiras e estes recursos importados (F) são mostrados no diagrama como água, combustíveis e eletricidade, produtos e maquinários e serviços. Além disso, a cidade recebe um fluxo de trabalhadores e imigrantes. À direita no diagrama são ilustradas as transações financeiras entre os municípios e o mercado externo aos municípios. Dentro dos limites dos municípios são mostradas as infraestruturas de atividades urbanas representadas pelo ambiente construído e naturais representada pelos sistemas naturais e áreas reservadas. São mostradas também atividades que são realizadas dentro da própria cidade com o objetivo de atender às necessidades do município no que tange ao tratamento de água e destinação de resíduos provenientes das atividades desenvolvidas. As atividades industriais e de manufatura se utilizam do ambiente construído e de praticamente todos os itens que cruzam a fronteira do sistema gerando produtos que serão então exportados para outras localidades fora do sistema. Todas estas atividades geram movimentação de capital que é representado como um estoque dentro do sistema estudado.

	Fluxo de energia: um fluxo cuja vazão é proporcional ao volume do estoque ou a intensidade da fonte que o produz.
	Fonte: um recurso externo de energia que fornece energia de acordo a um programa controlado externamente (função força).
	Sumidouro de energia: o sistema usa a energia potencial para produzir trabalho. O custo dessa transformação é a degradação da energia, a qual abandona o sistema como energia de baixa intensidade. Todos os processos de interação e os armazenamentos dispensam energia.
	Estoque / Depósito: uma reserva de energia dentro dos limites do sistema determinada pelo balanço de entradas e saídas.
	Caixa: símbolo de uso múltiplo que pode ser usado para representar uma unidade de consumo e produção dentro de um sistema maior. Representa um subsistema.
	Interação: Interseção de no mínimo dois fluxos de energia para produzir uma saída (trabalho) que varia de acordo com uma certa função de energia. Exemplos: uma ação de controle de um fluxo sobre outro, presença de um fator limitante.

Quadro 1

Principais Símbolos para Construção do Diagrama de Energia

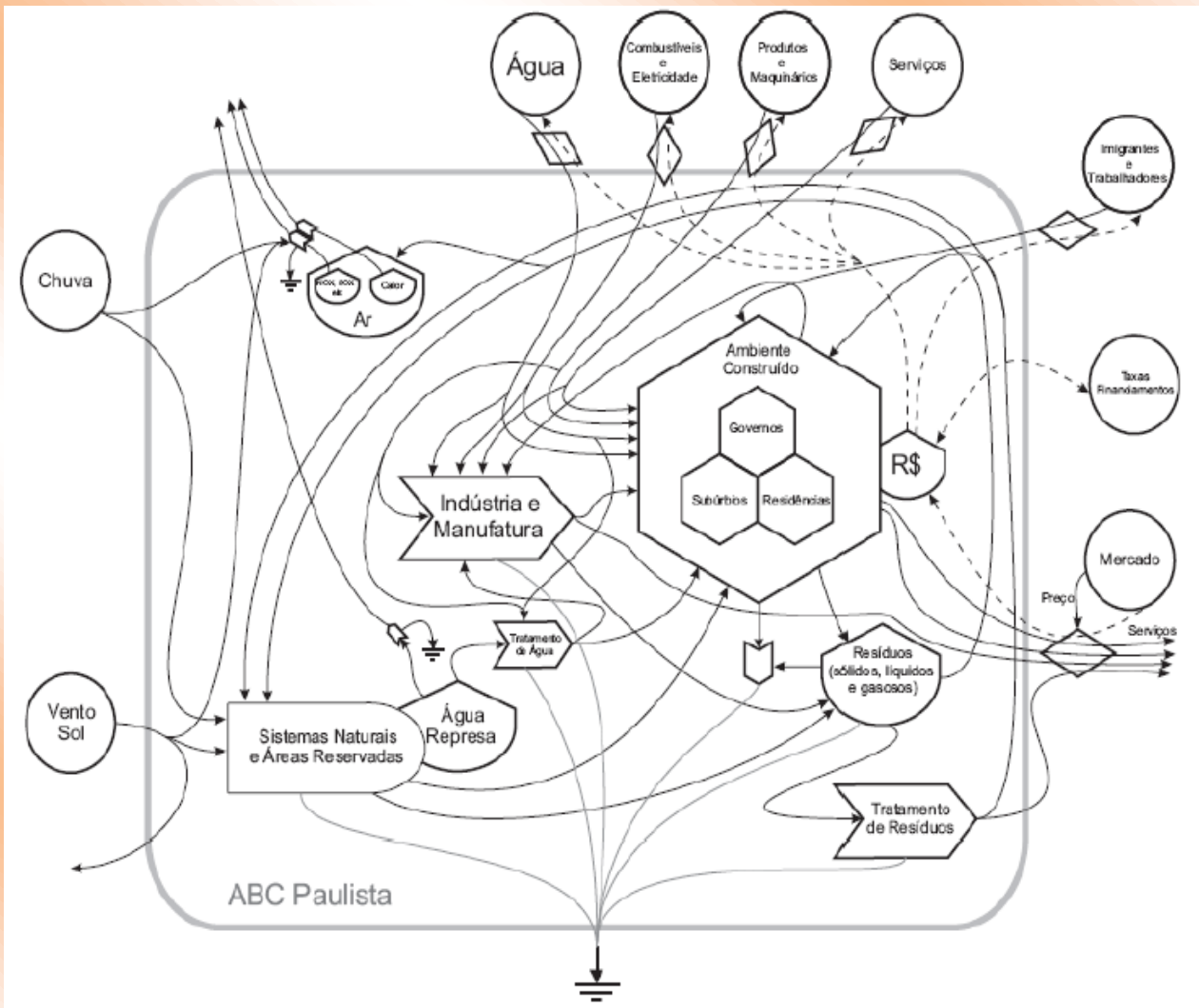


Figura 1

Diagrama dos Fluxos de Energia do ABC Paulista

A seguir é exibida a memória de cálculo do valor bruto da energia de cada um dos recursos renováveis para o município de Santo André que deu origem aos valores da Tabela I. O cálculo para os outros municípios é absolutamente similar mudando apenas os dados específicos de cada município.

Item 1- Cálculo da energia solar conforme eq. 1:

Energia (J) = (área do município) x (insolação média) x (transformação de cm^2 para m^2) (1-albedo) x (transformação de J para kcal) (1)

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (1,32\text{E}+02 \frac{\text{cm}^2}{\text{ano}}) \times (1,00\text{E}+04 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}) \times (1-0,22) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}})$$

$$\text{Energia (J)} = 7,55\text{E}+17 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 2- Cálculo da energia química da chuva conforme eq. 2:

Energia (J) = (área do município) x (precipitação média descontada a evaporação*) x (densidade da água) x (energia livre de Gibbs) (2)

* estimativa de 20% de evaporação

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (0,8 \times 3,1 \frac{\text{m}}{\text{ano}}) \times (1,00\text{E}+03 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (4,94\text{E}+03 \frac{\text{J}}{\text{kg}})$$

$$\text{Energia (J)} = 2,68\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 3- Cálculo da energia geopotencial da chuva conforme eq. 3:

Energia (J) = (área do município) x (precipitação média) x (% de run-off) x (elevação média) x (aceleração da gravidade) (3)

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (3,1 \frac{\text{m}}{\text{ano}}) \times (0,64) \times (760\text{m}) \times (9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$\text{Energia (J)} = 2,60\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 4- Cálculo da energia cinética do vento conforme eq. 4:

Energia (J) = (área do município) x (densidade do ar) x (coeficiente de arrasto) x (velocidade³) x (transformação de anos para segundos) (4)

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (1,00\text{E}-03) \times ((3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^3) \times (3,14\text{E}+07 \frac{\text{s}}{\text{ano}})$$

$$\text{Energia (J)} = 3,33\text{E}+14 \frac{\text{J}}{\text{ano}}$$

Item 5- Cálculo do calor geotérmico conforme eq. 5:

Energia (J) = (área do município) x (fluxo de calor profundo) (5)

$$\text{Energia (J)} = (1,75\text{E}+08\text{m}^2) \times (1,70\text{E}+06 \frac{\text{ano}}{\text{m}^2})$$

$$\text{Energia (J)} = (2,98\text{E}+14 \frac{\text{J}}{\text{ano}})$$

Neste estágio do estudo preliminar foram contabilizados e tratados até o momento os recursos naturais renováveis (R) que são mostrados nas tabelas de fluxo de eMergia para cada um dos municípios do ABC Paulista (Tabelas I, II e III) e numa tabela que engloba os três municípios (Tabela IV).

Nas tabelas são mostrados os recursos renováveis (R) que são: Energia Solar, Energia Química da Chuva, Energia Geopotencial da Chuva, Energia Cinética do Vento e Calor Geotérmico. O valor bruto da energia de cada um dos recursos renováveis multiplicada pela sua correspondente transformidade gera o fluxo de eMergia daquele recurso renovável.

As transformidades utilizadas neste trabalho foram retiradas da referência [3].

Tabela I
Contabilidade Ambiental em Emergeia de Santo André

Item	Descrição	Unidade	Valor Bruto	Transformidade (seJ/unidade)	Emergeia (seJ/ano)
Renováveis (R)					
1	Energia Solar	J/ano	$7,55 \times 10^{17}$	1	$7,55 \times 10^{17}$
2	Energia Química da Chuva	J/ano	$2,68 \times 10^{15}$	$3,05 \times 10^{04}$	$8,17 \times 10^{19}$
3	Energia Geopotencial da Chuva	J/ano	$2,59 \times 10^{15}$	$4,70 \times 10^{04}$	$1,22 \times 10^{20}$
4	Energia Cinética do Vento	J/ano	$3,33 \times 10^{14}$	$2,45 \times 10^{03}$	$8,17 \times 10^{17}$
5	Calor Geotérmico	J/ano	$2,98 \times 10^{14}$	$5,80 \times 10^{04}$	$1,73 \times 10^{19}$
Total de recursos renováveis (R)					$2,23 \times 10^{20}$

Tabela II
Contabilidade Ambiental em Emergeia de São Bernardo do Campo

Item	Descrição	Unidade	Valor Bruto	Transformidade (seJ/unidade)	Emergeia (seJ/ano)
Renováveis (R)					
1	Energia Solar	J/ano	$1,75 \times 10^{18}$	1	$1,75 \times 10^{18}$
2	Energia Química da Chuva	J/ano	$3,08 \times 10^{15}$	$3,05 \times 10^{04}$	$9,40 \times 10^{19}$
3	Energia Geopotencial da Chuva	J/ano	$3,08 \times 10^{15}$	$4,70 \times 10^{04}$	$1,45 \times 10^{20}$
4	Energia Cinética do Vento	J/ano	$7,73 \times 10^{14}$	$2,45 \times 10^{03}$	$1,89 \times 10^{18}$
5	Calor Geotérmico	J/ano	$6,91 \times 10^{14}$	$5,80 \times 10^{04}$	$4,01 \times 10^{19}$
Total de recursos renováveis (R)					$2,82 \times 10^{20}$

Tabela III
Contabilidade Ambiental em Emergeia de São Caetano do Sul

Item	Descrição	Unidade	Valor Bruto	Transformidade (seJ/unidade)	Emergeia (seJ/ano)
Renováveis (R)					
1	Energia Solar	J/ano	$6,47 \times 10^{16}$	1	$6,47 \times 10^{16}$
2	Energia Química da Chuva	J/ano	$9,78 \times 10^{13}$	$3,05 \times 10^{04}$	$2,98 \times 10^{18}$
3	Energia Geopotencial da Chuva	J/ano	$1,84 \times 10^{14}$	$4,70 \times 10^{04}$	$8,66 \times 10^{18}$
4	Energia Cinética do Vento	J/ano	$2,86 \times 10^{13}$	$2,45 \times 10^{03}$	$7,00 \times 10^{16}$
5	Calor Geotérmico	J/ano	$2,55 \times 10^{13}$	$5,80 \times 10^{04}$	$1,48 \times 10^{18}$
Total de recursos renováveis (R)					$1,33 \times 10^{19}$

Tabela IV
Contabilidade Ambiental em Emergia do ABC Paulista

Item	Descrição	Unidade	Valor Bruto	Transformidade (seJ/unidade)	EMergia (seJ/ano)
Renováveis (R)					
1	Energia Solar	J/ano	$2,57 \times 10^{18}$	1	$2,57 \times 10^{18}$
2	Energia Química da Chuva	J/ano	$5,86 \times 10^{15}$	$3,05 \times 10^{04}$	$1,79 \times 10^{20}$
3	Energia Geopotencial da Chuva	J/ano	$5,86 \times 10^{15}$	$4,70 \times 10^{04}$	$2,75 \times 10^{20}$
4	Energia Cinética do Vento	J/ano	$1,14 \times 10^{15}$	$2,45 \times 10^{03}$	$2,78 \times 10^{18}$
5	Calor Geotérmico	J/ano	$1,01 \times 10^{15}$	$5,80 \times 10^{04}$	$5,89 \times 10^{19}$
Total de recursos renováveis (R)					$5,18 \times 10^{20}$

Pela observação dos resultados das Tabelas I, II e III pode-se perceber que os valores de eMergia de recursos renováveis são maiores para os municípios que possuem maior área, pois cada um destes recursos possui em seu cálculo base de energia a área do município. Além disso, as características com relação à insolação média, albedo, precipitação e incidência de ventos para cada um dos municípios do ABC Paulista são bastante similares por serem vizinhos. Observa-se que dos recursos renováveis (R), que contribuem para a operação deste centro urbano, mais de 80% provém da chuva (energia química e geopotencial) e que os municípios recebem aproximadamente 10% dos recursos renováveis na forma de calor geotérmico.

A Tabela V mostra os valores de eMergia renovável *per capita* para cada um dos municípios.

Tabela V
Energia *per capita* dos Municípios do ABC Paulista

Município	Número de habitantes [11]	Total de EMergia Annual (seJ/ano)	EMergia per capita (sej/ano/hab)
Santo André	$6,73 \times 10^{05}$	$2,23 \times 10^{20}$	$3,31 \times 10^{14}$
São Bernardo do Campo	$8,11 \times 10^{05}$	$2,82 \times 10^{20}$	$3,48 \times 10^{14}$
São Caetano do Sul	$1,52 \times 10^{05}$	$1,33 \times 10^{19}$	$8,75 \times 10^{13}$

A análise da Tabela V mostra que a população do município de São Bernardo do Campo tem um maior padrão de vida potencial dentre os três municípios do ABC Paulista. Esta análise no entanto é ainda parcial uma vez que a contabilidade em eMergia de um município leva em conta

diversos outros recursos como os já mencionados recursos não renováveis (N) e importados (F) que ainda não foram contabilizados.

Conclusão

Este trabalho contabiliza os recursos renováveis (R) dos municípios que pertencem aos do ABC Paulista. Quando se refere ao uso de recursos gratuitos fornecidos pela biosfera pode-se organizar os municípios em ordem decrescente da seguinte forma: São Bernardo do Campo, Santo André e São Caetano do Sul. Quando se refere à disponibilidade de recursos renováveis para a população de cada município, foi constatado que a população de São Bernardo do Campo pode usufruir de mais recursos fornecidos pela natureza. Observou-se também que a eMergia *per capita* de Santo André é pouco menor que a de São Bernardo. Entretanto a população de São Caetano do Sul conta com aproximadamente quatro vezes menos recursos renováveis que a dos outros dois municípios que formam o ABC Paulista.

Agradecimento

Agradecimentos à Universidade Paulista – UNIP, em especial ao grupo de pesquisa de Produção e Meio Ambiente do Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção.

Referências

- [1] Huang, S.-L., Chen, C.-W. Urbanization and Socioeconomic Metabolism in Taipei, **Journal of Industrial Ecology** 13, 2009, 75-93.
- [2] Giannetti, B. F., Almeida, C. M. V. B., Bonilla, S. H. Compring emergy accounting with well-known sustainability metrics: The case of Southern Cone Common Market, Mercosur. **Energy Policy** 38, 2010, 3518-3526.
- [3] Odum, H. T. **Environmental Accounting: Emery and Environmental Decision Making**, John Wiley, 1996, 1, 182.
- [4] Odum, H. T., Brown, M. T., Whitefield, L. S., Woithe, R., Doherty, S. Zonal organization of cities and environment: a study of energy system basis for urban society. **A Report to the Chiang Ching-Kuo Foundation for International Scholarly Exchange**. Center for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville, FL, 1995.

- [5] Ascione, M., Campanella L., Cherubini, F., Ulgiati, S. Environmental driving forces of urban growth and development. An emergy-based assessment of the city of Rome, Italy. **Landscape and Urban Planning** **93**, 2009, 238-249.
- [6] Zhang, Y., Yang, Z., Yu, X. Evaluation of urban metabolism based on emery synthesis: A case study for Beijing (China). **Ecological Modelling** **220**, 2009, 1690-1696.
- [7] Lei, K., Wang, Z., Ton, S. Holistic emery analysis of Macao. **Ecological Engineering** **32**, 2008, 30-43.
- [8] Huang, S.-L. Urban ecosystems, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei metropolis. **Journal of Environmental Management** **52**, 1998.
- [9] Pulselli, R. M., Rustici, M., Marchettini, N. An integrated framework for regional studies: Emery based spatial analysis of the province of Cagliari. **Environmental Monitoring and Assessment** **133**, 2007, 1-13.
- [10] Giannetti, B. F., Barella, F. A., Almeida, C. M. V. B. A combined tool for environmental scientists and decision makers: ternary diagrams and emery accounting. **Journal of Cleaner Production** **14**, 2006, 201-210.
- [11] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br. Último acesso em: setembro/2010.

Tipo de Produção: Resumo Completo

Título do Texto: Estudo Preliminar da Sustentabilidade Ambiental do ABC Paulista a Partir da Síntese em Emergia

Autores: Fábio Sevegnani, Cecília M. V. B. Almeida, Biagio F. Giannetti, Silvia H. Bonilla

Título do Meio de Publicação: *XL IGIP International Symposium on Engineering Education*

Local da Publicação: Santos-SP – Brazil

Mês e Ano da Publicação: March 27-30 – 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Avaliação e Aplicação de Ecoindicadores para Desenvolvimento Sustentável

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

EVENTOS CORPORATIVOS E SEUS RESULTADOS: UMA ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA NO SEGMENTO DE TRANSPORTES

Mário de Souza Nogueira Neto (FATEC-RL) marionog@terra.com.br

Karla Vaz Siqueira Cañete (FATEC-RL) karla.canete@gmail.com

José Luis Alves de Lima (FEI) proflima10@gmail.com

José Benedito Sacomano (UNIP) sacomano@terra.com.br

Resumo: A realização de feiras e eventos com o intuito de aproximar e estreitar relações com os seus clientes ou *prospects* tem sido cada vez mais constante no cenário empresarial. As estratégias de marketing com a realização de encontros, reuniões, workshops e, principalmente, o lançamento de produtos em feiras especializadas têm trazido lucratividade e volume de vendas para seus realizadores. O trabalho se valeu de pesquisas sobre eventos realizados, nos quais foi possível encontrar números de vendas, que demonstram o retorno deste tipo de investimento, bem como depoimentos de empresários, diretores e gerentes, que têm encontrado nestas iniciativas alternativas para colocarem em evidência no mercado toda a estrutura do seu negócio de uma maneira mais intimista, transformando os eventos em experiências cativantes às quais tem se mostrado favoráveis em seus resultados. Nesse sentido, esta pesquisa pretendeu realizar um estudo sobre as vantagens qualitativas e quantitativas da realização de eventos em empresas nos modais rodoviário, aquaviário e aéreo.

Palavras-chave: Eventos, Marketing, Vantagens Qualitativas e Quantitativas.

CORPORATE EVENTS AND THEIR OUTCOMES: A QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS IN THE TRANSPORTATION SEGMENT

Abstract: The fairs and events with the intention to bring together and strengthen relationships with customers or prospects have been growing constantly in the business arena. The marketing strategies with the holding of meetings, workshops, and especially the projection of products in trade fairs have brought profitability and sales volume for their makers. The study drew upon research on events in which it was possible to find sales figures, which show the return on this type of investment, as well as testimonials from business owners, directors and managers, who have found these alternative initiatives to put in evidence the market the entire structure of your business in a more intimate, turning the events into compelling experience which has shown favorable results. Accordingly, this

research intended to conduct a study on the qualitative and quantitative benefits of conducting business events in the modals roadway, water and air.

Key-words: Events, Marketing, Quantitative and Qualitative Benefits.

1 Introdução

Competitividade e lucratividade são palavras que não saem do imaginário e da realidade das empresas. A cada ano, a disputa pelo mercado fica mais acirrada. Para se destacar, é preciso se reinventar e não basta apenas ter os melhores produtos ou serviços se eles não forem conhecidos e lembrados como tal. Muitas são as maneiras de se colocar à disposição dos clientes aquilo que se produz, entretanto as ferramentas mais tradicionais de divulgação estão sendo complementadas com novas estratégias que são remodeladas de acordo com as necessidades que se apresentam. Assim é o evento; ele se adequa ao público, ao local e principalmente ao objetivo que se deseja alcançar.

Este estudo visa discutir as vantagens econômicas e institucionais que a realização de eventos pode proporcionar às organizações, demonstrando por meio de uma pesquisa nos meios de comunicação, os números de eventos realizados em três modais distintos: Rodoviário, Aquaviário e Aéreo.

Nesse sentido, a pesquisa procura mostrar o grande ganho que a rotina de planejamento de eventos corporativos pode agregar de valor e vantagens para uma organização que se proponha a investir neste segmento que cresce a cada dia e que tem se tornado uma excelente alternativa dentro do mix de marketing.

2 Transportes

Dentro da nossa pesquisa, faz-se importante contextualizar alguns itens para que o entendimento seja alcançado. Dessa forma, precisamos compreender o conceito de transporte e em seguida definir os tipos de transporte sobre os quais trataremos durante o desenvolvimento do estudo.

O conceito de transporte dado pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), diz o seguinte:

Transporte é o deslocamento de bens de um ponto a outro da rede logística, respeitando as restrições de integridade da carga e de confiabilidade de prazos. Não agrega valor aos produtos, mas é fundamental para que os mesmos cheguem ao seu ponto de aplicação, de forma a garantir o melhor desempenho dos investimentos dos diversos agentes econômicos envolvidos no processo.

Bowersox e Closs (2001) mencionam que o transporte tem duas principais funcionalidades que vem a ser a movimentação e a estocagem de produtos, sendo a movimentação o principal objetivo dos transportes, que é movimentar produtos do local de origem até um determinado destino minimizando os custos financeiros, temporais e ambientais.

2.1 Transporte rodoviário

Segundo Flávio Benatti, é grande a importância do transporte rodoviário de cargas Brasil, pois ele é responsável por cerca de 60% da movimentação total dos produtos. Este tipo de modal refere-se ao transporte de mercadorias e pessoas via estradas de rodagem, construídas de asfalto.

Por ser rápido, eficiente e possuir um custo benefício atrativo, o transporte rodoviário tem sido um dos mais utilizados. Além disso, é o único que possibilita a entrega porta-a-porta que permite estabelecer um melhor nível de serviço para o cliente que tem a comodidade de receber seu produto sem a necessidade de contratar outros modais.

2.2 Transporte aquaviário

O transporte aquaviário utiliza a água como via de escoamento de carga. Pode ser fluvial, isto é, aquele que se caracteriza por utilizar água doce como rios e lagoas, ou marítimo quando se referir à água salgada. Para o transporte de carga e passageiros são usados barcos, lanchas, navios, barcaças, balsas, veleiros, escunas, entre outros.

Quando se trata da importância do crescimento do transporte marítimo, pode-se dizer que está muito ligada à intermodalidade, à geração de novos empregos, ao aumento na movimentação de cargas no país e ao fortalecimento do setor de logística no mercado nacional. Esta informação parte de Cecatto apud Vasconcelos (2008).

2.3 Transporte aéreo

O transporte aéreo é aquele que se define pelo deslocamento de cargas ou pessoas pelo ar utilizando como meio de transporte aviões ou helicópteros. De acordo com Kaufmann (2009), o modal aéreo é o único capaz de realizar a movimentação de carga e pessoas com facilidade, ultrapassando acidentes geográficos e fronteiras internacionais.

Conforme destaca Silva (1990), a aviação civil tem fundamental importância como instrumento de desenvolvimento econômico e social ao diminuir distâncias, facilitar negócios e promover o fluxo de pessoas e mercadorias em maior escala, com velocidade e segurança.

3 Marketing

Existem várias definições para o que é marketing. Na Tabela 1, a seguir, estão listadas algumas desde 1935.

Autor	Ano	Definição de Marketing
American Marketing Association	1935	“O desempenho das atividades empresariais que dirigem o fluxo de bens e serviços dos produtores até os consumidores”.
Peter Drucker	1954	“Uma força poderosa a ser considerada pelos administradores”.
Ohio State University	1965	“O Processo na sociedade pelo qual a estrutura da demanda para bens econômicos e serviços é antecipada ou abrangida e satisfeita através da concepção, promoção, troca e distribuição física de bens e serviços”.
Philip Kotler e Sidney Levy	1969	“O Conceito de Marketing deve abranger também as instituições não lucrativas”.
David Luck	1969	“Marketing deve limitar-se às atividades que resultam em transações de mercado”.
Philip Kotler e Gerald Zaltman	1969	“A criação, implementação e controle de programas calculados para influenciar a aceitabilidade das ideias sociais, envolvendo considerações de planejamento de produto, preço, comunicação, distribuição e pesquisa de marketing”.
Robert Bartls	1974	“Se Marketing é para ser olhado como abrangendo as atividades econômicas e não econômicas, talvez o marketing como foi originalmente concebido reapareça em breve com outro nome”
Robert Haas	1978	“É o processo de descobrir e interpretar as necessidades e os desejos dos consumidores para as especificações de produto e serviço, criar a demanda para esses produtos e serviços e continuar a expandir essa demanda”.
American Marketing Association	1985	“É o processo de planejar e executar a concepção, preço, promoção e distribuição de ideias, bens e serviços para criar trocas que satisfaçam objetivos individuais e da organização”
Philip Kotler e Gary Armstrong	1998	“Marketing é a entrega de satisfação para o cliente em forma de benefício”

Philip Kotler	1999	“Marketing é a ciência e a arte de conquistar e manter clientes e desenvolver relacionamentos lucrativos com eles”
Philip Kotler	2000	“Marketing é o processo por meio do qual pessoas e grupos de pessoas obtêm aquilo de que necessitam e que desejam com a criação, oferta e livre negociação de produtos e serviços de valor com outros”
American Marketing Association	2004	“Marketing é uma função organizacional e um conjunto de processos para criar, comunicar e distribuir valor aos clientes e para administrar o relacionamento com clientes de forma que beneficie a organização e os seus <i>Stakeholder</i> ”.
American Marketing Association	2007	“Marketing é a atividade, conjunto de instituições e processos para criar, comunicar, distribuir e efetuar a troca de ofertas que tenham valor para consumidores, clientes, parceiros e a sociedade como um todo”

Fonte: Site Portal do Marketing

Tabela 1 – Evolução da definição do termo Marketing

Ao longo dos anos o conceito de marketing foi se modificando, tornando-se mais abrangente. No início tratava simplesmente de um relacionamento de compra e venda, depois passou a ser importante arma para os administradores e atualmente relaciona-se não só como a criação e manutenção de uma demanda, entendendo os desejos e interesses do consumidor, mas também é comunicar de maneira eficaz, distribuir os produtos ou serviços criando uma percepção de valor agregado.

4 Eventos

Neste estudo vamos tratar principalmente de eventos corporativos na área de transportes e, por isso precisamos compreender o que é um evento. Zanella (2006, p. 13) conceitua evento como:

uma concentração ou reunião formal solene de pessoas e / ou entidades realizada em data e local especial, com objetivo de celebrar acontecimentos importantes e significativos e estabelecer contatos de natureza comercial, cultural, esportiva, social, familiar, religiosa, científica, etc.

Eventos são tidos como encontros de alegria e confraternização, considerados como experiências importantes e de grande satisfação, seja ela por motivo sentimental ou não. Na verdade, seja qual for o interesse do público, ele será sempre um momento que tem a promessa de ser perfeito, impactante e até memorável. Especialmente aqui trataremos dos eventos corporativos que são o foco

dos negócios empresariais e visam tanto estreitar o relacionamento com o cliente, mas principalmente uma maneira de aumentar significativamente o volume de vendas.

4.1 Principais eventos realizados

Para efeito de análise, os eventos pesquisados foram divididos em três categorias e a partir de agora será feito um estudo, abordando alguns resultados alcançados com a realização de eventos nos modais rodoviário, aquaviário e aéreo.

4.1.1 Modal Rodoviário

Um dos eventos de maior destaque no cenário nacional e um dos cinco maiores do mundo é a Fenatran (Salão Internacional dos Transportes), que em 2011 vai para a sua 18.ª edição. A Tabela 2, abaixo, mostra o número de veículos vendidos, que neste caso vamos chamar de produtos a fim de generalizar a nomenclatura, já que são comercializados caminhões, *sprinters* (van de carga ou de passageiros), ônibus, trailers, caminhões de limpeza urbana, implementos, equipamentos, peças e acessórios para vários veículos de transporte.

EMPRESA	NÚMERO DE VEÍCULOS / PRODUTOS VENDIDOS	VALORES EM REAIS
Concessionária Dicave Volvo	150	
Dhollandia Brasil		200.000,00
Gotti Implementos Rodoviários (semi-reboques)	20	
Guerra Implementos Rodoviários	130	
Heil Trailer International	1	195.000,00
MAN Latin América	800	
Manos Implementos	50	
Mercedes-Benz	1750	
OnixSat	150	
Recrusul	34	
Renault	40	
Scania	600	
Usimeca (Coletores de Lixo)	80	

Fonte: Site Revista Carga Pesada

Tabela 2 – Número de vendas de produtos na Fenatran 2009

Analisando a tabela, verificamos que marcas fortes e que normalmente investem mais, tiveram um retorno expressivo. Percebe-se que apesar de algumas empresas terem conseguido negociar apenas um produto, como seu valor de mercado é alto, o retorno sobre o investimento pode ser realmente bem aproveitado, pois além do ganho monetário, as empresas aproveitam a oportunidade para construírem relacionamentos que podem se converter em vendas, ampliando os resultados para meses após o evento, conforme destaca (Geraldo, 2007).

Outro evento pesquisado que atende o modal rodoviário diz respeito ao Feirão do Táxi, que acontece em São Paulo e reúne montadoras como: GM, Volkswagen, Ford, Honda, Renault e Nissan, representadas por concessionárias credenciadas. Juntas no último feirão ocorrido em 23 de outubro de 2010 elas venderam vários automóveis e realizaram mais de 500 propostas de negócios, conforme apresentado na Tabela 3.

EMPRESA	NÚMERO DE VEÍCULOS VENDIDOS
Concessionária Aba (GM)	16
Concessionária Amazon (Volkswagen)	5
Concessionária Honda Dealer	10
Concessionária Honda Forte	2
Concessionária Norte-vel (Honda)	4
Concessionária Nova (Chevrolet)	20
Concessionária Sandrecar (Ford)	10
Montadora Nissan	10
Montadora Renault	24

Fonte: Site Folha do Motorista

Tabela 3 – Número de vendas de veículos na Feira do Táxi 2010

Sem vendas diretas, mas com muitos milhões de reais envolvidos, várias montadoras e empresas investem pesado em um segmento que cresce a cada ano no Brasil: A Fórmula *Truck*. Caminhões de alta potência são os protagonistas desta categoria de corrida. Os competidores utilizam caminhões das montadoras mais consagradas do mundo, entre elas Volvo, Scania, Mercedes-Benz, Ford, Iveco (Fiat) e Volkswagen.

De acordo com Fernando Ribeiro (Folha de Londrina), é difícil mensurar o retorno do investimento na Fórmula *Truck*, pois os clientes querem ver ali a potência dos caminhões e as vendas não são diretas. Entretanto, segundo ele, os investimentos na FT selam os dois últimos anos de consolidação da marca e no desenvolvimento de produtos. "Apresentamos um crescimento de 131% em vendas em relação ao primeiro semestre do ano passado, num total de 4.736 unidades

comercializadas. Nossa participação no mercado saltou de 4,5% para 7,8% em comparação a 2007. Acreditamos que a atuação na FT vai ajudar a alavancar ainda mais esses números. " Além disso, anuncia um grande investimento de quinhentos e setenta milhões em expansão da fábrica, divulgação em mídia e outras participações na Fórmula *Truck*.

Já a montadora Volkswagen acredita que o principal motivo de investir na Fórmula *Truck* se deve ao estreitamento do relacionamento com os clientes, mas apesar disso, desde que começou a investir na competição, a empresa registrou um crescimento de 35% em relação ao ano de 2007, quando começou a participar, e obteve 31% de *market share* (fatia de mercado) no primeiro semestre de 2008.

Destacam-se ainda eventos realizados pelas próprias montadoras, como é o caso dos *Roadshows* promovidos pela Mercedes-Benz. Apostando nesta linha de raciocínio, de acordo com uma matéria publicada no site Autodata em 15 de fevereiro de 2010, a Mercedes-Benz conseguiu triplicar o número de caminhões e sprinters comercializadas durante a última edição do evento em 2010. Foram 1.085 veículos vendidos durante as ações realizadas em 30 cidades de todas as regiões do Brasil e 2.320 *test-drive*.

4.1.2 Modal Aquaviário

No que se refere ao modal aquaviário, um dos maiores eventos realizados no mundo é a Expo Naval. De acordo com Steve McLoud (2010), os organizadores do evento esperavam uma movimentação de negócios na casa dos US\$ 600 milhões para a feira de 2010.

Outro salão náutico que demonstra a força que a realização de eventos possui quando o assunto é a geração de negócios é a *Boat Show*. Em evento realizado na Marina da Glória no Rio de Janeiro em abril de 2008, o investimento foi de R\$ 4 milhões, trazendo 130 expositores e movimentou R\$ 80 milhões, demonstrando superioridade de 15% em relação ao mesmo evento realizado no ano anterior. Foram 210 barcos expostos para a venda, entre lanchas, veleiros, infláveis, *jet skis* e outros modelos. No balanço final, foram vendidas 230 embarcações. Já na 13.^a edição da feira que aconteceu em novembro de 2010 na cidade de São Paulo, foram recebidas cerca de 40 mil pessoas e um volume de negócios de R\$ 208 milhões, com um crescimento de 12% em relação ao ano de 2009. Nesta edição, pode-se destacar a empresa *Yacht Brasil*, que com um dos maiores estandes, levou 6 embarcações para a exposição e registrou a venda de 15 embarcações. Barcos com valores mais acessíveis como os do estaleiro *Smart Pier* de São Paulo chamaram a atenção dos compradores, com modelos partir de R\$ 48 mil, e o modelo Pioneer 17, a primeira lancha brasileira produzida com plástico vendeu 60 unidades na feira.

4.1.3 Modal Aéreo

Acontece a cada dois anos num aeroporto situado ao sul de Londres a Feira Aeronáutica de *Farnborough*, um salão que já está no mercado há 60 anos é considerado uma das maiores mostras da indústria da aviação. Na edição de 2008 a Embraer anunciou a venda de 22 aeronaves do modelo 190 para as companhias aéreas Aeroméxico, NIKI e NAS por um total de US\$ 825 milhões. Durante o mesmo evento, a fabricante brasileira divulgou que a companhia aérea saudita NAS (*National Air Service*) confirmou a opção de compra de 5 aviões Embraer 190 por conta de um contrato divulgado em novembro de 2007 na feira aeronáutica de Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, de acordo com matéria publicada no site da CIESP São José dos Campos, em 14 de julho de 2008.

Na edição de 2010 do mesmo evento, houve grande disputa para saber quem conseguiria comercializar mais aeronaves. Ao final da feira, as duas das maiores fabricantes do mundo, a Airbus (europeia) e a Boeing (estadunidense) acumulavam uma expectativa de vendas US\$ 50 bilhões. A Airbus conseguiu um volume de 122 pedidos de novos aviões, incluindo 50 A380 para a LAN Chile, totalizando US\$ 11,7 bilhões. A concorrente Boeing vendeu um avião a menos, terminou com 121 aeronaves comercializadas e fechou o segundo dia do evento com vendas de US\$ 11,6 bilhões, contabilizando somente com essas duas empresas uma marca de US\$ 23 bilhões em volume de negócios.

Em matéria publicada pelo Portal IG (2010), as vendas da edição da Feira em *Farnborough* do ano em questão estão três vezes maiores do que na edição passada de 2008, na qual foram comercializadas 373 aeronaves, mesmo no auge da crise econômica mundial.

Uma importante feira de aeronaves acontece aqui na América Latina, é a FIDAE (*Feira del Aire y Espacio*), ocorre no Chile há 28 anos. De acordo com Fernando Valduga (2010) a empresa *Eurocopter* Chile e Cone Sul, subsidiária do Grupo *Eurocopter*, anunciou a assinatura de contratos para a venda de 7 helicópteros durante a FIDAE deste mesmo ano. Ainda neste evento, a *Bell Helicopters* assinou contrato e vendeu 12 Bell 412 para a FACH (Força Aérea do Chile).

Em nosso país, temos a Expo Aero Brasil que existe desde 1997 e em sua última edição, que ocorreu entre 17 e 20 de Junho de 2010, contou com a participação de aproximadamente 150 companhias, representando cerca de 350 empresas de 18 países, contabilizando um volume de intenção de negócios de aproximadamente US\$ 40 milhões de dólares.

5 Principais vantagens observadas

A fim de avaliar o retorno dos eventos é importante analisar as vantagens qualitativas e quantitativas.

5.1 Análise Qualitativa

No que se refere à abordagem, Diehl e Tatim (2006) definem que as pesquisas qualitativas podem descrever:

a complexidade de determinado problema e a interação de certas variáveis, compreender e classificar os processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir no processo de mudança de dado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos.

Na opinião de Martins (2010, p. 50), “na abordagem qualitativa, a realidade subjetiva dos indivíduos envolvidos na pesquisa é considerada relevante e contribui para o desenvolvimento da pesquisa”. Dessa forma, pode-se considerar que nas pesquisas qualitativas realizadas para este trabalho, buscou-se encontrar vantagens que se referem a dados e atributos que não são medidos por meio de números. São impressões subjetivas, nuances observadas dos fenômenos pesquisados.

Uma análise bem elaborada vai conseguir demonstrar todos os detalhes da organização que podem influenciar decisivamente uma compra posterior. Isso se refere a toda a estrutura de realização como recepcionistas, bufê, transporte, conteúdo, produtos, promoções, entre outros.

Dessa forma é importante avaliar os serviços de terceiros contratados, qualidade da assessoria de imprensa na divulgação (se o evento necessitar deste profissional), qualidade do treinamento, quando este for o objetivo do evento, qualidade do produto / serviço lançado, contribuição para a imagem da marca, também conhecida pelo termo em inglês *share-of-mind*. E, por fim análise dos principais problemas enfrentados para que não se repitam em novas oportunidades. As vantagens podem ser sentidas de algumas maneiras:

a) Relacionamento com os clientes e fornecedores: as empresas já perceberam a importância de se manterem vivas e atuantes na mente do consumidor; e não basta para isso se utilizar apenas dos modelos de propaganda em meios de comunicação. Este tipo de mecanismo é útil e essencial para manter a lembrança e a marca atuante.

b) Eventos são intimistas: a maioria das pessoas gosta de serem tratadas de maneira especial, única. No fundo o cidadão que consegue ser um dos convidados sente-se como um privilegiado de

estar ali, uma sensação de poder o invade, fazendo com que ele se imagine importante para aquela organização ou em relação aos seus pares.

c) Consolidação da marca (*share-of-mind*): é preciso estar sempre em evidência e as marcas necessitam se consolidar no mercado como referência, se posicionando frente ao consumidor como a mais forte, a mais ágil, a melhor, enfim, enviando a mensagem que imaginam promoverá a escolha.

d) Geração de *mailing* atualizado: as organizações necessitam saber quem são seus clientes para atender os desejos e necessidades. Conseguir dados confiáveis em relação a eles não é uma tarefa das mais fáceis, principalmente se o interesse da empresa esteja focado num perfil mais qualificado e detalhista. Realizar eventos é uma das maneiras mais eficazes de se conseguir informações relevantes sobre o consumidor.

e) Pesquisas de satisfação: os resultados relacionados ao evento, seu sucesso quanto a instalações, conteúdos, produtos apresentados, disposição, atendimento e conceito são facilmente identificáveis por meio de aplicação de uma pesquisa de satisfação no término do evento e podem ser tabulados para melhor compreensão das respostas.

5.1.1 Análise das vantagens qualitativas dos eventos nos modais pesquisados

Analisando as informações encontradas sobre os eventos pesquisados neste trabalho, é possível notar que o retorno esperado das empresas participantes foi muito além dos ganhos palpáveis de geração de receita. Fica então importante ressaltar que as vantagens na maioria das vezes se estendem por semanas após a realização do evento. São traduzidas em financiamentos que facilitam a compra, em preços especiais, mas, sobretudo pelo atendimento personalizado de uma estrutura totalmente pensada para ser agradável, elegante e inesquecível. Realizar eventos é considerado hoje como parte de uma estratégia que precisa mensurar resultados que se apliquem de forma rápida e causando um impacto positivo no negócio.

A Fórmula *Truck* é um exemplo de evento que trabalha mais com as vantagens qualitativas visando alcançar as quantitativas. A oportunidade de demonstrar a um público qualificado atributos como potência, força e avanços tecnológicos vêm protagonizando, mesmo que indiretamente um aumento de vendas e *market-share* da marca Iveco. Para a Volkswagen o estreitamento de relacionamento é o motivo principal do investimento no evento, porém a empresa já pode registrar crescimento de 35% desde que começou a sua participação.

Se este tipo de estratégia cabe bem em relação a clientes do setor rodoviário, podemos dizer que nos setores aquaviário e aéreo as vantagens da realização de eventos são ainda maiores. No que se refere aos valores absolutos de cada produto é sensível a diferença. Promover eventos para estes

dois setores se faz mais que uma iniciativa de marketing, mas uma necessidade de mostrar o que existe de mais novo. O apelo emocional aqui é fundamental, além do que nestes dois modais torna-se muito difícil a exposição de diversos modelos juntos, pelo próprio espaço físico que ocupam por isso eventos que agregam diversas marcas e modelos permitem aos consumidores uma visão ampla do mercado e, conseqüentemente maior visibilidade para as empresas. O retorno institucional muitas vezes chega a ser maior que o próprio retorno financeiro.

5.2 Análise Quantitativa

No que se refere à abordagem, Diehl e Tatim (2006) definem a pesquisa quantitativa caracterizada “pelo uso da quantificação tanto na coleta quanto no tratamento das informações por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples às mais complexas.”

Para Sampieri et al. (2006, p. 05), o “enfoque quantitativo usa coleta de dados para testar hipóteses com base na medição numérica e na análise estatística para estabelecer padrões de comportamento”. Desta maneira, a pesquisa com enfoque quantitativo aqui realizada procura demonstrar algumas vantagens mensuráveis em números de vendas, em quantidade, os resultados e que são apresentadas em forma de tabelas de percentuais e gráficos, capazes de estimar o potencial ou volume de um negócio, o tamanho e a importância do segmento abordado.

Qualquer ação realizada por uma empresa requer investimento e, por isso exige um retorno. Nesse sentido as vantagens quantitativas da participação em eventos são observadas diretamente pelo volume de negócios realizados. A análise quantitativa pode ser medida pela quantidade de visitas no evento, pela classificação destas visitas. Outra maneira interessante é medir a quantidade de negócios fechados pós-evento que tenham ocorrido por intermédio de visitas agendadas relacionadas a ele.

De acordo com Giacaglia (2003), existe uma fórmula que pode calcular o lucro do evento:

$$\text{Lucro do Evento} = \text{Receita Total} - \text{Investimento}$$

A empresa deve considerar todas as vendas que ocorrerem depois da realização do evento que possam ter relação com ele. Isso pode ser conseguido, por exemplo, cruzando informações de cadastro de pessoas e empresas atendidas durante a sua realização.

5.2.1 Análise das vantagens quantitativas dos eventos nos modais pesquisados

Os eventos pesquisados chamam a atenção para o grande volume financeiro movimentado. A tabela 2 mostra o número de produtos vendidos durante a edição da Fenatran de 2009 da feira. É possível calcular o resultado médio de vendas em reais para cada empresa, mesmo as que não

divulgaram seu faturamento. A recordista de fechamento de negócios na Fenatran 2009 foi a Mercedes-Benz com 1750 produtos vendidos.

Empresas com menor número de vendas como a *Heil Trailer International*, com apenas um produto vendido também se mostraram satisfeitas com os resultados, até porque o valor unitário do produto é bastante significativo.

Dadas as devidas proporções, no Feirão do Táxi o resultado de vendas foi muito expressivo e motivo de satisfação dos envolvidos. Por ser um evento menor se comparado à Fenatran e a Fórmula *Truck*, as vendas não passaram de 24 produtos, que foi o caso da montadora Renault, como mostra a tabela 3, entretanto revela o potencial que feiras desse modelo podem proporcionar, o que prova isso é o volume de financiamentos realizados pelo banco participante.

Além de eventos realizados por promotores especializados, como é o caso das feiras, as empresas podem organizar seus eventos particulares, como faz a Mercedes-Benz com o *Roadshow*, no qual foram contabilizadas 1.085 vendas, principalmente pelo fato de que o público não teve a necessidade de se deslocar para testar novidades, a empresa se utilizou da vantagem de chegar onde seu público estava, demonstrando que existe abertura e um mercado promissor que pode ser explorado fora das grandes capitais.

No modal aquaviário, destaque para a Expo Naval com uma movimentação de R\$ 600 milhões. Já na *Boat Show*, se comparadas 2 edições, pode-se perceber um grande aumento no volume de negócios. Em 2008 o volume de negociação divulgado era de R\$ 80 milhões, enquanto que dois anos depois em 2010 esse número já havia subido para R\$ 208 milhões, um aumento de 260% em um curto espaço de tempo.

No modal aéreo, o volume negociado somente por 2 empresas, a Airbus e a Boeing na Feira Aeronáutica de *Farnborough* em Londres chegou a US\$ 23 bilhões. Esse é um retrato para a comercialização na aviação comercial, entretanto os resultados também são muito bons quando se trata de aviação doméstica para helicópteros. Na Feira *Del Aire y Espacio* no Chile, a *Eurocopter* admitiu ter vendido 7 helicópteros, que de acordo com levantamentos custam em média US\$ 2.748.092, se forem usados.

A análise destes dados evidencia que o investimento em eventos tem se mostrado um excelente caminho de via rápida para estreitar relações, mas principalmente fechar negócios significativos.

6 Considerações finais

Este trabalho foi desenvolvido visando evidenciar os benefícios que a realização de eventos pode trazer para as organizações. Em um mercado competitivo é preciso encontrar alternativas

viáveis e rentáveis para seduzir uma maior fatia de possíveis clientes a se tornarem consumidores leais e satisfeitos.

A solução de realizar eventos não é algo novo, pois sempre se promoveu festas, inaugurações e eventos sociais, mesmo na área corporativa. Na verdade, a novidade é a intenção e a frequência com tem sido desenvolvidos. Os departamentos de marketing estão vislumbrando neste segmento uma oportunidade de se destacar para poucas pessoas nos eventos corporativos, mas atingindo de forma mais certa o alvo, despendendo esforços mais concentrados, que potencializam seus planos estratégicos. Para isso estão se especializando, trabalhando com profissionais de agências especializadas, mas principalmente abrindo sua visão para este mundo de possibilidades lucrativas.

Importante salientar que o evento é um fator gerador de vantagens, que deve ser trabalhado em conjunto com as demais estratégias de comunicação da empresa e que precisa ser pensado nos seus mínimos detalhes, tendo como motivo principal a satisfação do cliente, pois à medida que ele leva uma boa impressão, a sua experiência dentro daquele mundo criado para o evento é agregada aos seus motivos racionais e se concretiza em uma compra.

Referências

BOAT SHOW. **São Paulo Boat Show 2010**. Site Feiras & Negócios. Disponível em: <<http://www.feirasenegocios.com.br/interna.php?cat=9&id=1016>>. Acesso em: 14 abr. 2011.

BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

DANIEL PORTILLO SERRANO. Portal do Marketing. **O que é Marketing? O Marketing e suas principais definições**. Disponível em: <http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos/O_que_e_Marketing_o_Marketing_e_suas_principais_definicoes.htm>. Acesso em: 24 fev. 2011.

DIEHL, A. A., TATIM, D. C., **Pesquisa em ciências sociais aplicadas**, editora Pearson Education, São Paulo, 2006.

EXPO AERO BRASIL. **Crescimento mesmo com a crise europeia: TAP Manutenção e Engenharia tem alcançado resultados positivos tanto em Portugal como no Brasil**. Disponível em: <<http://www.expoaerobrasil.com.br/2011/2011/05/04/crescimento-mesmo-com-a-crise-europeia/>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

FERNANDO VALDUGA. **Eurocopter vende sete helicópteros na FIDAE 2010**. Disponível em: <<http://cavok.com.br/blog/?p=8554>>. Acesso em: 14 abr. 2011.

FIESP. **Conceitos**. Site da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/infra-estrutura/conceitos.aspx>>. Acesso em: 19 mar. 2011.

FLÁVIO BENATTI. **A importância do transporte rodoviário de cargas para o Brasil**. Disponível em: <http://www.intelog.net/site/default.asp?TroncoID=907492&SecaoID=508074&SubsecaoID=627271&Template=../artigosnoticias/user_exibir.asp&ID=620491&Titulo=A%20import%20ncia%20do%20transporte%20rodovi%20rio%20de%20cargas%20para%20o%20Brasil>. Acesso em: 02 maio 2011.

FOLHA DE LONDRINA. **Fórmula Truck: na velocidade dos investimentos**. Disponível em: <http://www.intelog.net/site/default.asp?TroncoID=907492&SecaoID=508074&SubsecaoID=538090&Template=../artigosnoticias/user_exibir.asp&ID=074515&Titulo=F%3rmula%20Truck%3A%20na%20velocidade%20dos%20investimentos>. Acesso em: 13 abr. 2011.

GERALDO, João. Lançamento - Mercedes-Benz amplia linha Atego. **Revista O Carreiteiro**, São Paulo, n. 395, 01 ago. 2007. Disponível em: <<http://www.revistaocarreiteiro.com.br/modules/revista.php?recid=454>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

GIACAGLIA, Maria Cecília, **Organização de Eventos - Teoria e Prática**. São Paulo Editora Thompson, 2006.

IN PRESS PORTER NOVELLI. **Maior edição do Rio Boat Show bate recorde de público e geração de negócios**. Site Rio Boat Show 2008. Disponível em: <<http://www.rioboatshow.com.br/2008/noticias/viewnews.php?nid=ult6b96c62e6e572e1f51c5e59e28e98181>>. Acesso em: 14 abr. 2011.

KAUFMANN, Gustavo de Oliveira. **Transporte Aéreo de Carga: análise do setor e das tecnologias utilizadas**. 2009. 84 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Administração, Departamento de Administração, Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <http://bdm.bce.unb.br/bitstream/10483/756/1/2009_GustavoOliveiraKaufmann.pdf>. Acesso em: 02 maio 2011.

MARTINS, R. A. Abordagens Quantitativa e Qualitativa, In MIGUEL, P. A. C (Org.), **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 2010.

PORTAL IG (São Paulo). **Airbus e Boeing disputam cabeça a cabeça venda de aviões em feira**. Disponível em: <<http://economia.ig.com.br/empresas/industria/airbus+e+boeing+disputam+cabeca+a+cabeca+venda+de+avioes+em+feira/n1237724061629.html>>. Acesso em: 04 abr. 2011.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B., **Metodologia de Pesquisa**, 3 ed. Editora Mc Graw Hill, São Paulo, 2006.

SILVA, Adyr da. **Aeroportos e desenvolvimento**. Belo Horizonte: Vila Rica. Ed. Reunidas, 1990.

SITE TECNOLOGIA E DEFESA. **A FIDAE, em sua 15ª edição, continua crescendo**: A feira trouxe 434 expositores de 43 países e recebeu um público de 120 mil pessoas. Disponível em: <http://www.tecnodefesa.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=86:a-fidae-em-sua-15o-edicao-continua-crescendo&catid=36:materias&Itemid=54>. Acesso em: 13 abr. 2011.

STEVE MCLLOUD. Site Diálogo Américas. **EXPO NAVAL: o que há de mais moderno em tecnologia naval**. Disponível em: <<http://www.dialogo-americas.com/pt/articles/rmisa/features/technology/2010/12/02/feature-11>>. Acesso em: 14 abr. 2011.

UOL ECONOMIA. **Embraer anuncia venda de 22 aviões em feira britânica**. Site do Ciesp São José dos Campos. Disponível em: <<http://ciespsjc.org.br/noticias/embraer-anuncia-venda-de-22-avioes-em-feira-britanica/296.html>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

VASCONCELOS, Francigley. **Case sobre transporte marítimo**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/case-sobre-transporte-maritimo/25947/>>. Acesso em: 02 maio 2011.

ZANELLA, Luiz Carlos. **Manual de Organização de Eventos. Planejamento e Operacionalização**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Eventos Corporativos e seus resultados: uma análise qualitativa e quantitativa no segmento de transporte

Autores: M. de S. Nogueira Neto, J. B. Sacomano

Coautores: K. V. S. Cañete, J. L. A. de Lima

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Congresso Internacional de Administração ADM 2011

Local da Publicação: Ponta Grossa, PR, Brasil

Mês e Ano da Publicação: setembro 2011

Total de páginas: 11 p.

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operações

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Planejamento e Controle da Produção e Redes de Empresas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

FACILIDADE DE ATUALIZAÇÃO DE *SOFTWARES* ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE SERVIDORES MIRROR

Fábio Vieira do Amaral¹, Marcelo Nogueira², Fábio Luís Pereira³, Jair Minoro Abe⁴, Mariano Sérgio Pacheco Deangel⁵, Barbara de Souza Gutierrez⁶, Mario da Silva Quinello⁷

Abstract: The concentration of all software used in a corporate environment or in environments with large networks of computers on a single computer easier maintenance and homogenized versions of software used. The server mirror concentrates all the programs on a server, which can be accessed by any machine on the network. As a case study used a computer lab at a university where he set up the server and workstations with the Linux operating system Debian distribution. The server was always kept updated with the software used in the lab stations and searched the packages available on the server created. How to gain traffic on the network using the Internet to update the software has been reduced and the control software used became more effective.

Index Terms: Linux, Mirror Server, Software Update

Introdução

A concentração dos softwares utilizados em um ambiente corporativo ou em ambientes com grandes redes de computadores em um único computador facilita a manutenção e homogeneiza as versões de softwares utilizados. O servidor mirror concentra todos os programas em um único servidor, que pode ser acessado por qualquer máquina da rede. Como estudo de caso utilizou-se um laboratório de informática de uma universidade onde se configurou o servidor e as estações com o Sistema Operacional Linux distribuição Debian. O servidor foi mantido sempre atualizado com os softwares utilizados no laboratório e as estações buscavam os pacotes disponibilizados no servidor criado. Como ganho o tráfego na rede com a utilização da internet para atualização de software foi reduzida e o controle dos softwares utilizados se tornou mais efetivo.

1 Fábio Vieira do Amaral, Professor Adjunto (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, favamaral@gmail.com

2 Marcelo Nogueira, Coordenador dos cursos de Ciência da Computação, Sistemas de Informação e Pós-graduação em Engenharia de Software (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, marcelo@noginfo.com.br

3 Fábio Luís Pereira, Professor (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, fluis01@gmail.com.

4 Jair Minoro Abe, Professor (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, jairabe@uol.com.br

5 Mariano Sérgio Pacheco Deangel, Mestrando (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, msp.angelo@gmail.com.br

6 Barbara de Souza Gutierrez, Mestranda (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, ba.gutierrez@yahoo.com.br

7 Mario da Silva Quinello, Mestrando (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, marioquinello@hotmail.com

Mirror Debian

A distribuição do sistema operacional Linux – Debian utiliza o conceito de espelhamento de servidores para a distribuição de seus pacotes. Cada servidor possui uma cópia idêntica de todos os pacotes da distribuição. Para os usuários da distribuição a instalação de qualquer pacote torna-se cômodo pois a partir de um simples comando pode-se baixar um pacote de um servidor localizado em qualquer lugar do

mundo bastando configurar um simples arquivo texto com os links para os servidores que se pretende utilizar. Diferentemente de outras distribuições Linux ou do ambiente formado pelo sistema operacional Windows não é necessário esforço adicional na busca por programas em sites espelhados pela internet.

Estudo de Caso

O primeiro passo consiste em se configurar um ambiente de rede onde um servidor web, permita o compartilhamento de arquivos. No caso particular do Apache, o diretório /var/www é disponibilizado para este fim. O segundo passo consiste em se copiar todos os pacotes/arquivos que se pretende compartilhar para a pasta disponibilizada pelo servidor web. O terceiro passo consiste em gerar um arquivo com as informações de cada pacote disponível para instalação. O pacote dpkg-scanpackage pode ser utilizado para este fim. O quarto passo fica a cargo das estações, que devem ser configuradas para buscar os pacotes no novo servidor.

Conclusão

Em uma universidade a criação de servidores mirror facilita a configuração e manutenção dos laboratórios de informática.

Nas empresas as estações se tornarão mais homogêneas e os problemas com licenças e versões dos softwares podem ser minimizadas.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Facilidade de Atualização de Softwares através da Utilização de Servidores Mirror

Autores: F. V. Amaral; M. Nogueira; F. L. Pereira; J. M. Abe; M. S. P. Angelo; B. S. Gutierrez; M. S. Quinello

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *VII International Conference on Engineering and Computer Education*, ICECE 2011

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 176-176

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

GESTÃO DO CONHECIMENTO NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS APLICANDO A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Rogério Borin¹, Ivanir Costa², Alexandre Arnaldo Boschi³, Robert Ari Waker⁴

Abstract: The influence of Information Technology (IT) in operational automation and in the decision making process, of competitive enterprises in the global market, is growing in an exponential way. Since systems implementation for enterprise resource planning (ERP), several applications have been developed, with the objective to increase productivity and quality in tasks performing. In the logistics area IT is collaborating to reduce the response time of a client request. The correct use of information to form business knowledge is bringing new opportunities for companies, and identifying computer-assisted technology to make the most appropriate decision is the challenge of the moment. The objective of this paper is to investigate and discuss the various ways to obtain and manage knowledge across the various available technologies. Will be raised key technologies applied to logistics activities, identifying them according the view of experts and renowned authors.

Index Terms: Information Technology, Knowledge Management, Logistics.

Introdução

These instructions serve as a template for Microsoft *Word*, O aumento contínuo da demanda por produtos e serviços vem exigindo cada vez mais da área de logística das organizações a eficiência e a eficácia em suas operações, seja para manter-se no mercado ou competir por maiores fatias dele.

Evidencia-se então a necessidade da área de logística das organizações formularem suas estratégias de negócio baseando-se na perspectiva do conhecimento do próprio negócio, buscando sempre melhores resultados, afim de manter-se competitiva no mercado em que atua.

1 Rogério Borin, mestrando no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista - UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 – CEP 04026-002 – São Paulo – SP – Brasil, rogerioborin@ig.com.br

2 Ivanir Costa, Professor Doutor da Universidade Paulista – UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 – CEP 04026-002 – São Paulo – SP – Brasil, icosta11@live.com

3 Alexandre Arnaldo Boschi, Mestre em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 – CEP 04026-002 – São Paulo – SP – Brasil, alexandre.boschi@uol.com.br

4 Robert Ari Waker, doutorando no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista – UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 – CEP 04026-002 – São Paulo – SP – Brasil, bobwaker@gmail.com

O conhecimento do próprio negócio pode ser capaz de se tornar o grande diferencial na obtenção de vantagens competitivas. Segundo 0 o conhecimento é um ativo nas organizações e as que não souberem qual é o seu conhecimento agregado estarão fadadas ao fracasso, pois não sobreviverão num mercado exigente em conhecimento.

Desta forma, a Gestão do Conhecimento (GC) torna-se uma ferramenta importantíssima para a formulação das estratégias das atividades logísticas nas organizações.

A elaboração da estratégia das atividades logísticas é complexa, pois exige uma compreensão de como os diferentes elementos e atividades logísticas interagem em termos de *trade-offs* e custos totais para as empresas.

Atualmente, é comum os profissionais envolvidos com a elaboração das atividades logísticas seguirem o processo representado na figura 1, adaptada de 0, onde obtem-se as informações necessárias, como: o inventário do estoque; requisições de materiais; tecnologias disponíveis; fluxograma das operações, consumo de energia; tempo de resposta entre outros. Estas informações são normalmente obtidas através do auxílio de sistemas de informação do tipo ERP (Enterprise Resource Planning).

Uma vez, em poder das informações acima, os profissionais utilizam-se do conhecimento organizacional, que segundo 0, é dividido em duas categorias principais: o conhecimento experimental e o conhecimento analítico.

O conhecimento experimental compreende as experiências adquiridas através de conhecimento de casos reais, metodologia organizacional, conhecimento referencial e metodologia própria, ou seja, conhecimentos adquiridos através de situações vividas pelos profissionais ou absorvidas através de algum tipo de literatura.

O conhecimento analítico trata da análise das estruturas disponíveis para a realização das operações, levando em consideração as estatísticas de demanda municiadas por informações referentes ao conhecimento dos participantes, tanto a montante como a jusante da cadeia de suprimentos em que a organização está envolvida, como por exemplo, as preferências dos clientes.

Desta forma, através do conhecimento organizacional os profissionais elaboram a estratégia das atividades logísticas considerando suas experiências anteriores com as atividades desta área, pois se torna mais difícil adquirir, recuperar e manipular vários tipos de conhecimentos organizacionais sem a ajuda de sistemas de apoio à decisão.

A metodologia de pesquisa aplicada neste trabalho está dividida em: a) revisão bibliográfica, onde são explicitadas as duas tecnologias eleitas, segundo o entendimento dos autores como as mais adequadas para o desenvolvimento deste trabalho; b) análise comparativa das tecnologias estudadas.

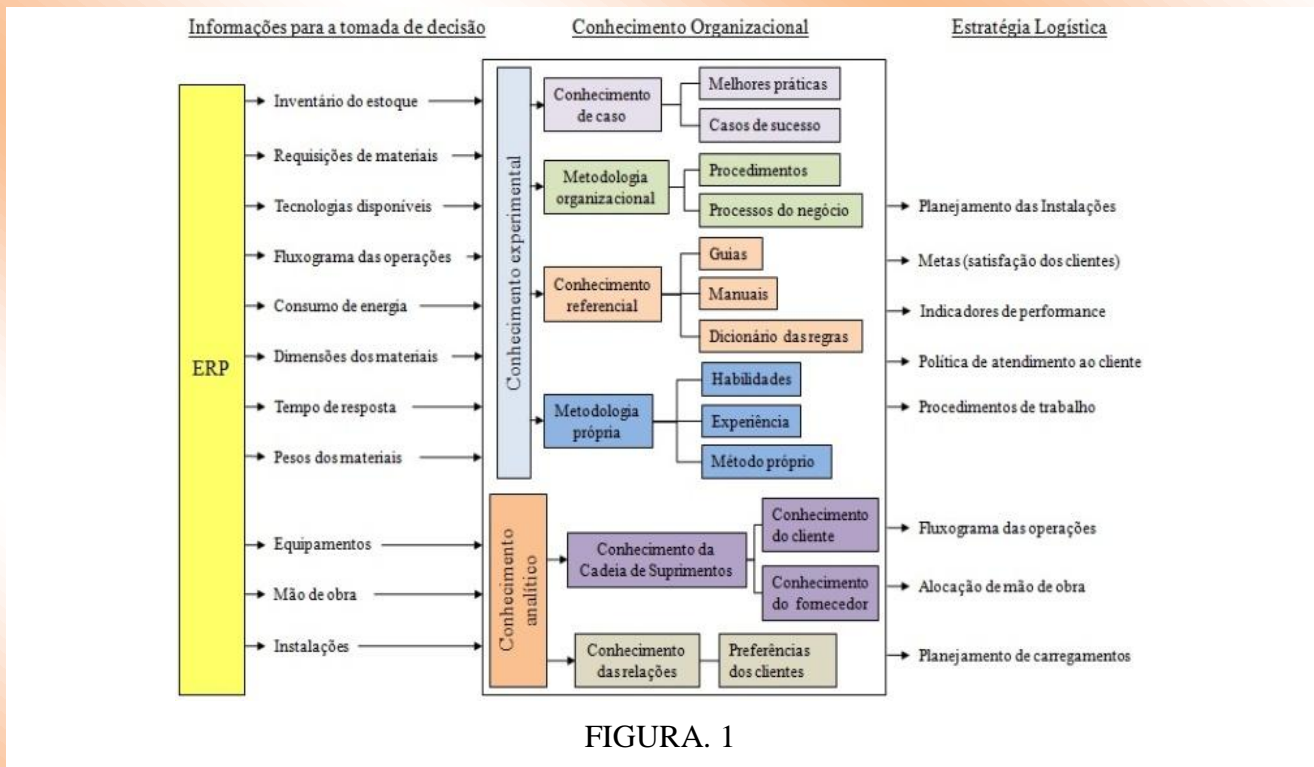


FIGURA. 1
Processo de planejamento da estratégia logística atual.

Revisão Bibliográfica

A pesquisa foi realizada com a finalidade de encontrar literaturas referentes a GC nas atividades logísticas aplicando a Tecnologia da Informação (TI). O método utilizado é de natureza qualitativa, consistindo em uma revisão bibliográfica em artigos sobre o assunto em fontes acadêmicas renomadas como Scienedirect e SciELO (Scientific Electronic).

Dentre as tecnologias pesquisadas, foram escolhidas para serem analisadas os sistemas *Knowledge-based Logistics Strategy System (KLSS)* ou Sistema de Estratégias Logísticas baseadas em Conhecimento e o *Warehouse Management System (WMS)* ou Sistema de Gerenciamento de Armazém, por estes, segundo o entendimento dos autores, serem considerados capazes de realizar GC nas estratégias logísticas.

Sistema de Estratégias Logísticas baseadas em Conhecimento

O KLSS visa prestar assistência na formulação de estratégias logísticas para operadores logísticos resultando na realização do nível mais alto possível de satisfação do cliente a um custo operacional otimizado 0.

O KLSS conta com um sistema de *Business Intelligence* (BI) ou inteligência empresarial, composto pelas ferramentas: *Data Warehouse* (DW), *On-line Analytical Processing* (OLAP), *Multidimensional database management system* (MDBMS) e *Case-based reasoning* (CBR), onde:

DW: é um grande banco de armazenamento de dados diferenciado, segundo [0], que tem um papel muito mais amplo do que simplesmente armazenar dados. O DW é um conjunto integrado de bases de dados projetado para oferecer as informações necessárias para a tomada de decisão. É utilizado para armazenar tanto dados internos como externos referentes ao negócio de uma organização. Os dados internos são extraídos a partir dos sistemas operacionais da organização, enquanto que os dados externos provêm de seus parceiros comerciais, tais como, clientes e fornecedores.

OLAP: é uma ferramenta de BI que possui uma grande capacidade de processamento de dados, permite consultas e análise de dados de forma consistente, interativa, rápida e com uma grande variedade de possíveis visões dos dados. Suas respostas não são automáticas, pois parte de um processo interativo em que o usuário formula hipóteses, faz consultas, recebe informações, verifica um dado específico em profundidade e faz comparações. O OLAP auxilia os usuários a sintetizarem as informações sobre a organização por meio de comparações, visões personalizadas, análises estatísticas, previsões e simulações, podendo ser utilizado em diversos departamentos organizacionais [0].

MDBMS: é um sistema de gerenciamento de banco de dados multidimensional, que auxilia a operação da ferramenta OLAP extraíndo os dados diretamente do DW e disponibilizando-os para o OLAP em formato de cubos multidimensionais, facilitando assim uma grande quantidade de análise de dados de forma mais ágil.

CBR: o *Case-Based reasoning* ou raciocínio baseado em estudo de caso, contém como característica a capacidade de aprender e reutilizar o conhecimento. De acordo com [0], o CBR é uma técnica de resolução de problemas que age consultando uma memória de casos passados a fim de identificar casos semelhantes para a elaboração da solução do novo problema. Este processo é muito parecido com o utilizado pelo ser humano para a análise de novas situações, e baseia-se num processo cíclico de quatro fases: recuperar o caso mais similar; reutilizar o caso para tentar resolver o problema; revisar a solução proposta, se necessário; manter a solução como parte de um novo caso.

A arquitetura do KLSS possui 5 módulos que são implementados em 4 estágios, conforme a figura 2, adaptada de [0], abaixo:

Módulo 1 - Plataforma WEB: a plataforma Web é a interface entre o usuário e o sistema para inserir as especificações de serviços logísticos e também para o acesso às funções de serviços

logísticos. Neste módulo são inseridas informações, tais como: os parâmetros de unidades de manutenção de estoque (tipo; tamanho; cor; quantidade; dimensão e peso) e solicitações de serviços de logística, que são transferidos através da plataforma baseada na Web para o DW.

Módulo 2 - BI: este módulo é composto pelas ferramentas DW, OLAP e MDBMS e, é o responsável pela coleta e o armazenamento dos dados, além de recuperá-los e disponibilizá-los ao módulo de recuperação de casos anteriores.

Módulo 3 - Mecanismo de recuperação de casos anteriores: recupera casos anteriores para comparar e analisar soluções anteriores, em prol da resolução dos problemas atuais e, é composto por três sub-módulos: *Case browsing* ou processo de navegação, onde os dados inseridos pelos usuários são estruturados conforme especificações do KLSS; *Case retrieving* ou recuperação de casos anteriores, após a estruturação dos dados pelo sub-módulo anterior e, inicia uma rotina de busca de casos com estrutura semelhante; *Case ranking* ou processo de classificação de casos anteriores que, de acordo com o grau de semelhança, gera uma lista de classificação de casos anteriores e a envia para o módulo de adaptação de caso.

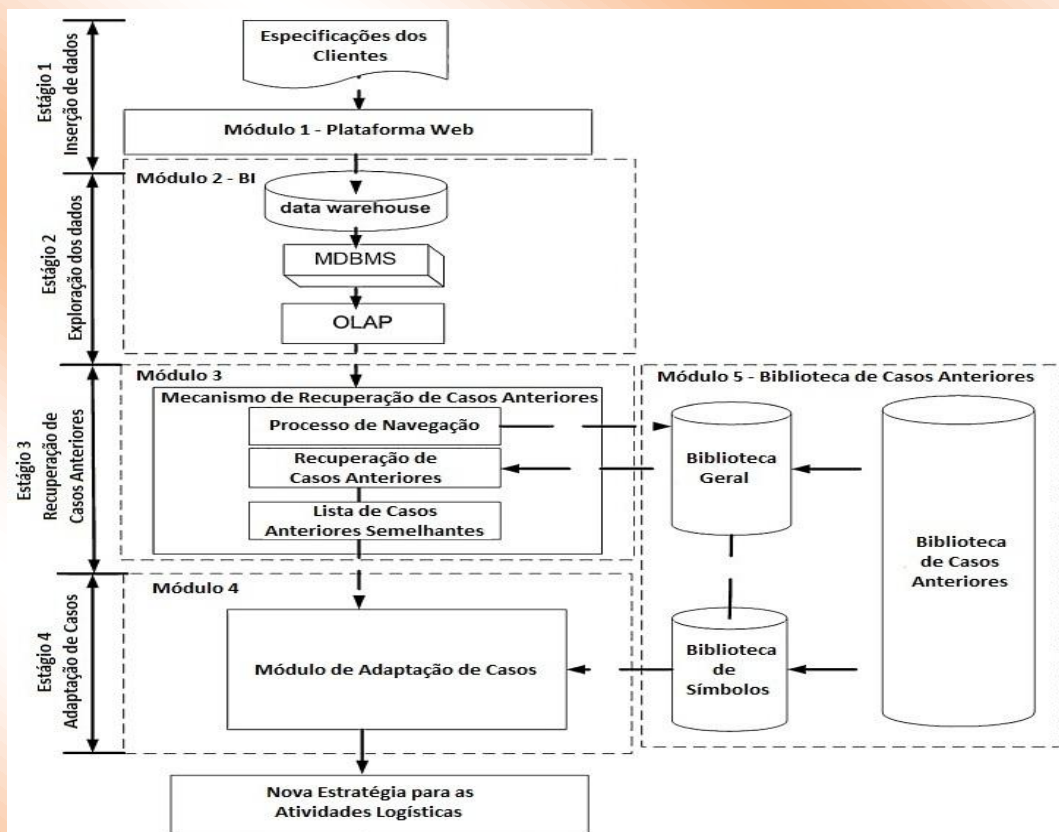


FIGURA. 2
Arquitetura KLSS.

Módulo 4 - Módulo de adaptação de caso: o processo de criação de um novo caso, como edição, detecção de combinações ou adição de casos anteriores é realizada neste módulo. Por exemplo, uma nova estratégia logística é criada para modificar os fluxos de trabalhos existentes no caso recuperado. Ao alterar a estrutura dos seus fluxos de trabalho, a demanda por mão de obra é ajustada, criando assim, uma nova estratégia logística.

Módulo 5 - Biblioteca de casos anteriores: neste módulo são armazenados todos as estratégias das atividades logísticas elaboradas anteriormente em forma de dados livres, composto por dois tipos de bibliotecas: a biblioteca geral, onde os casos anteriores são armazenados em um banco de dados com uma estrutura no formato de uma árvore dividida em três partes (número dos processos, índices e definição da estratégia); a biblioteca de símbolos armazena os dados que possuam forma de símbolos como diagramas de fluxo de trabalho, por exemplo, durante o processo de recuperação de casos anteriores, o mecanismo de recuperação busca por diagramas de fluxo de trabalhos de acordo com o número do processo recuperado pela biblioteca de dados gerais.

Sistema de Gerenciamento de Armazém

O WMS surgiu em meados da década de 70, como fruto da evolução do Sistema de Controle de Armazéns (WCS), que apenas controlava as informações referentes as atividades logísticas, enquanto o WMS possui a capacidade de emitir sugestões ou realizar cálculos.

O WMS otimiza todas as atividades logísticas, sejam elas operacionais, como os fluxos de materiais ou administrativas, como os fluxos de informações dentro do processo de armazenagem, incluindo atividades como: recebimento, inspeção, endereçamento, armazenagem, separação, embalagem, carregamento, expedição, emissão de documentos e controle de inventário, tais benefícios permitem uma melhora na precisão das informações de estoques, velocidade e qualidade das atividades logísticas de um armazém ou centro de distribuição (CD) e na produtividade dos recursos humanos e equipamentos.

Outro objetivo do WMS apontado por ele, é a otimização na área de estocagem, uma vez que o sistema possui como uma de suas funções a sugestão do melhor local para armazenar um determinado produto no momento do seu recebimento, evitando assim, que seja necessário percorrer a pelo armazém ou CD em busca de um local disponível para a devida armazenagem.

Os principais benefícios do WMS apontados por ele são: erros reduzidos; melhor acuracidade do inventário, maior produtividade; redução na emissão de papéis; melhor utilização do espaço;

eliminação de inventários físicos; melhor controle de carga de trabalho e melhor gerenciamento da mão de obra.

As principais funções de um WMS 0, são:

Agendamento de tarefas: Agendamento e controle de embarques e desembarques, através de agendamento de tarefas, prevendo recursos e diminuindo tempos de espera e movimentação desnecessária. Reserva de docas, através de agendamento, sabe-se o tipo de modal e suas particularidades, reservando assim docas especiais caso seja necessário.

EDI/WebEDI: Com a integração, diminui-se as transações por papéis quando se utiliza o Intercâmbio Eletrônico de Dados, seja ela através de rede privada ou pela internet. Um WMS pode contemplar essa funcionalidade, tanto na operação de recebimento como na de expedição.

Identificação e conferência: Identificação de mercadorias recebidas / expedidas. Toda mercadoria de entrada ou saída passa por identificação a fim de se ter controle de estoque, seja de forma manual ou automatizada. A conferência física de mercadorias permite realizar conferências de mercadorias, produtos, volumes, pesos, quantidades, formas, entre outras. Todo o processo pode ser feito de forma integrada ao sistema corporativo ERP, isto é, já considerando as informações dos documentos que tramitam com o material (nota fiscal de entrada, transferência ou devolução).

Armazenagem: endereçamento automático, onde todo e qualquer ponto de estocagem é endereçado, seja qual for a estrutura montada. Este endereçamento é calculado através de algoritmo de alocação inteligente de espaço, considerando: curva ABC; características do material (dimensões, incompatibilidade etc.); possibilidade de mais de um material para o mesmo endereço; endereços de tamanhos variáveis; estruturas de armazenagem (porta-palete, *drive-in*, blocado, *racks* etc.). O sistema pode trabalhar com endereçamento fixo e aleatório. Confirmação da estocagem, ou seja, não basta a sugestão de endereçamento, o sistema necessita de confirmação, podendo ser através de coletores de dados ou microcomputador.

Sistema pró-ativo: gerenciamento de todas atividades desenvolvidas pelos funcionários, não dependendo de operadores especializados em funções específicas. As principais tarefas são: envio da tarefa ao operador disponível e habilitado para tal de forma automática; reserva automática de endereço para armazenagem; definição de prioridades para execução de tarefas.

Rastreabilidade: um WMS permite rastrear de forma automática: movimentos de materiais; operação de funcionários; endereços sugeridos e utilizados para armazenagem; tipos diferentes de paletes utilizados. A identificação de volumes movimentados, funcionários e endereços de estocagem podem ser rastreados sem erros e com extrema agilidade por meio de leitura de código de barras. Dependendo da arquitetura da rede, essas informações pode ser visualizadas através de coletores de dados ou microcomputador.

Separação de pedidos: a separação de pedidos pode ser realizada e gerenciada de várias maneiras, como: rota de distribuição; cliente; produto ou grupo de produtos; outros critérios. O sistema prevê ainda uma separação orientada, respeitando: FIFO (*first-in, first-out*); FEFO (*first-expire, first-out*); *Batch Pick* (separação por lote).

Tipos de separação: a confirmação da separação dos produtos e quantidades pode ser através de: Comunicadores de Dados por Rádio Frequência (RFCD); microcomputadores; *pick list*; ou outras formas. Existe a possibilidade de ser ainda integrada de forma automática com equipamentos de movimentação e leitores ópticos, como: *picking* automático; *mini-loads*; transelevadores.

Abastecimento: o ressuprimento também pode ser contemplado para áreas de: *picking*; *pré-picking*; *picking* parcial; *cross-docking*; *stage área*.

Bloqueios: disponibiliza a utilização, através do sistema, de bloqueios em: endereços (ex: defeito na estrutura de armazenagem); lotes (ex: reprovação de lote de fabricação); materiais (ex: material em análise de qualidade).

Controle de performance: realiza medição de todas atividades executadas pelos operadores, possibilitando: fazer uma avaliação e análise da performance de seus funcionários; dimensionar o quadro de funcionários para uma gestão eficiente; otimização da movimentação de equipamentos evitando deslocamentos desnecessários e com distribuição de tarefas setorizadas; administração dinâmica das prioridades de cada atividade: níveis de prioridade em função do tempo; alocação inteligente de tarefas à funcionários habilitados.

Informações úteis: Para o processo de tomada de decisão, o sistema disponibiliza uma série de informações, tais como: percentual de ocupação atual; materiais armazenados; nível de estoque de um determinado material; lotes dos materiais; endereços em que estão armazenados; materiais / endereços reservados; material armazenado em determinado endereço.

Plano de contingência e parametrização: Um bom WMS deve estar preparado para operar em caso de apresentar problemas na rede de coletores de dados. Desta forma, pode-se reportar as atividades desempenhadas por meio de microcomputador conectado a rede. Alguns softwares de WMS disponibilizam o layout da tela do coletor de dados na tela do microcomputador, facilitando a operação. Para que as informações estejam disponibilizadas a qualquer momento, o sistema deve atender os seguintes critérios: parametrização total; flexibilidade de operação; informações através de gráficos.

Otimização de inventário: Otimização dos procedimentos de conferência pelo controle da posição de cada item disponível no estoque, através de: endereçamento registrado e confirmado; controle de itens e quantidades. Administração flexível de inventários rotativos, com: contagens

periódicas; sortimento de itens (ABC). Ajustes em tempo real entre o estoque físico e contábil: maior acuracidade de estoque; controle transparente.

Leitores de códigos de barras: Os leitores de código de barras podem ser portáteis ou fixos. Os fixos estão normalmente associados a esteiras motorizadas, onde processa a informação sem necessidade de intervenção humana. Existem leitores para curta e longa distância, para códigos de barras lineares ou bi-dimensionais, bem como leitores especialmente desenvolvidos para leitura de códigos danificados.

Resultados e Discussões

Conforme a revisão da literatura, pode-se notar que ambas as soluções de TI, a KLSS e a WMS, são capazes de promover a gestão do conhecimento nas atividades logísticas, pois faz parte de suas rotinas tomar certas decisões sem a dependência humana.

O grande diferencial entre o KLSS e o WMS é que no primeiro há a presença de um módulo de BI que o torna mais habilidoso com a gestão do conhecimento.

O WMS toma decisões baseado em suas rotinas de programação, pois não é capaz de gerar novos conhecimentos sem que sua programação não seja alterada pelo homem.

Para o KLSS, além da Gestão do Conhecimento adquirido por programação é possível gerar novos conhecimentos, pois o módulo de BI ao receber um novo caso a ser estudado busca casos anteriores semelhantes armazenados em sua arquitetura e seleciona o que mais se aproxima e realiza a adaptação das soluções utilizadas anteriormente para gerar novas soluções e elaborar uma nova estratégia para as atividades logísticas, com o ser humano praticamente agindo somente na inserção das especificações dos clientes.

Conclusão

Através da pesquisa realizada, conclui-se que ambas as soluções KLSS e WMS podem ser utilizadas para a gestão do conhecimento nas atividades logísticas, e que o grande diferencial entre elas é o módulo de BI presente no KLSS.

A gestão do conhecimento no WMS é executada a partir do conhecimento nas atividades logísticas das pessoas que o programaram, enquanto que o KLSS, através da TI BI vai além, pois é capaz de criar novos conhecimentos e gerenciá-los.

Acredita-se ser importante mencionar que durante a pesquisa os autores notaram que as literaturas referentes a gestão do conhecimento das atividades logísticas assistidas por TI são raras, além de uma aparente ausência de novas técnicas, metodologias e tecnologias voltadas para as atividades logísticas.

As técnicas, metodologias e tecnologias aplicadas às atividades logísticas encontradas na pesquisa são oriundas de referências bibliográficas consideradas pelos autores como antigas, pois em sua maioria remontam há mais de cinco anos atrás.

O que pôde ser constatado durante a pesquisa é que as referências bibliográficas recentes tratam da aplicação destas técnicas, metodologias e tecnologias elaboradas anos atrás, nos diversos setores organizacionais.

Fica então, a impressão de que há uma certa acomodação para a inovação nas maneiras de realizar as atividades logísticas nas organizações.

Desta forma, a pesquisa conclui que ambas as soluções I KLSS e WMS são capazes de realizar a gestão do conhecimento nas atividades logísticas das organizações, com um destaque para a KLSS pela sua capacidade de gerar novos conhecimentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Paulista - UNIP, pelo o apoio recebido.

Referências

- [1] Banzato, E., "Warehouse Management System WMS: Sistema de Gerenciamento de Armazéns", *IMAM*, 1998.
- [2] Barros, M., C., "Warehouse Management System (WMS): Conceitos Teóricos e Implementação em um Centro de Distribuição", *Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio*, 2005, 132p.
- [3] Bispo, C., A., F., "Uma análise da nova geração de sistemas de apoio à decisão", *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos*, 1998, 165p.
- [4] Chow, Harry, K. H., Choy, K. L., Lee, W. B., Lau, Chan, Felix, T.S., "Design of a knowledge-based logistics strategy system", *Expert Systems with Application*, Vol, 29, 2005, p. 272-290

- [5] Choy, K., L., Lee, W., B., & Lo, V., "Design of case based intelligent supplier relationship management system-the integration of supplier rating system and product code system", *Expert Systems with Applications*, Vol, 25, 2003, p. 87-100
- [6] Costa, W., A. da, S., "Proposta de etapas de implementação de WMS: um estudo de caso em um varejista moveleiro", *Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia*, 2008, 164p.
- [7] Franklin, R., "Conhecimentos de Movimentação e Armazenagem", *E-Qualy Núcleo de Treinamento e Pesquisa da Consultoria InfoJobs*, 2003.
- [8] Hoffmann, W., A., "Gestão do conhecimento: desafios de aprender", *São Carlos: Compacta*, Vol, 1, 2009, 188p.
- [9] Inmon, W., H., "Building the data warehouse", *QED Technical Publishing Group*, 1992.
- [10] Kim, Y. G., Yu, S. H., & Lee, J. H., "Knowledge strategy planning: methodology and case", *Expert Systems with Applications*, Vol, 24, 2003, p. 295-307

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Gestão do Conhecimento nas Atividades Logísticas Aplicando a Tecnologia da Informação

Autores: R. Borin, I. Costa, A. A. Boschi, R. A. Waker

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais do ICECE2011

Local da Publicação: Guimarães, Portugal

Mês e Ano da Publicação: Setembro de 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Total de páginas: 5

ISBN: 978-85-89549-94-3

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA AUXÍLIO DE TOMADA DE DECISÃO EM REDES DE EMPRESAS BASEADA NA LÓGICA PARACONSISTENTE

Mariano Sergio Pacheco de Angelo – UNIP-SP – mariano.angelo@ig.com.br

Jair Minoro Abe – UNIP-SP – jairabe@uol.com.br

Bárbara de Souza Gutierrez – UNIP-SP – ba.gutierrez@yahoo.com.br

Resumo: Cada vez mais a pesquisa de um determinado tópico tem se mostrado uma atividade multidisciplinar. A especialização necessária em áreas do conhecimento conectadas ao objeto de estudo é um dos fatores que retarda a obtenção dos resultados. Linguagens de programação, redes neurais, lógicas não tradicionais, dentre as quais destaca-se para esse trabalho a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, exigem do pesquisador um conhecimento que extrapola sua área básica de atuação. A existência de uma ferramenta amigável para análise desses dados seria de grande utilidade para auxiliar nos processos de tomada de decisão, como o desenvolvimento de um software que permita aos elementos constituintes da rede utilizarem o poder da lógica paraconsistente na análise dos dados, sem que seja necessário um conhecimento de áreas específicas da matemática e computação, será de grande auxílio para a obtenção de resultados em um prazo mais curto, permitindo a conclusão das pesquisas e sua disponibilização para as empresas e, em última instância, para a sociedade.

Palavras-chave: rede de empresas; ferramenta de apoio; lógica paraconsistente.

Introdução

O avanço da tecnologia permitiu um aumento considerável na capacidade de armazenamento, mas também gerou uma grande massa de dados incoerentes, daí a necessidade de lógicas que proporcionem “... qualidade aos sistemas de análises de tomada de decisão ...” (ABE, 2008).

O volume de dados com que os especialistas lidam atualmente vem aumentando exponencialmente, requerendo constante incremento na potência computacional e sofisticação dos algoritmos de análise dos dados.

O que se busca com esses algoritmos é a identificação ou o reconhecimento de padrões subjacentes, que escapam a uma análise superficial ou puramente estatística.

Mais especificamente, a lógica paraconsistente é um auxiliar poderoso para a ciência da computação, devido a sua capacidade intrínseca de tratar de maneira natural as contradições apresentadas pelos dados que estão sendo analisados.

Quando essa complexidade é inserida no contexto das redes de empresas, o seu nível de dificuldade passa a englobar outra característica, a de que empresas diferentes, mesmo que do mesmo segmento, possuem culturas diversas. Nesse caso, como equacionar conceitos, tais como, pouco, muito, suficiente, interessante, relevante e outros que são intrínsecos à cultura da empresa. Do ponto de vista de informática, a abordagem booleana não se aplica aqui de maneira direta, todos esses conceitos podem ser encarados como analógicos, não se limitando a um simples sim e não (binário), aqui vemos uma oportunidade de aplicarmos uma lógica que estenda a booleana, englobando conceitos e tratamento matemático mais sofisticado, que possibilitem aproveitar a diversidade de culturas existentes na rede e utilizá-los em favor das empresas que a constituem.

Este trabalho objetiva apresentar um exemplo de implementação de uma ferramenta para auxílio de tomada de decisão em redes de empresas baseada no algoritmo Para-Analisador da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E que possa ser utilizado por pessoas com um conhecimento superficial da teoria matemática na qual ela é baseada.

Segundo Martins (2003), quando analisamos o mundo real, lidamos com indefinições, situações de inconsistências e, muitas vezes, temos apenas um reconhecimento parcial dos fatos e objetos – isto, no entanto, não impede o desenvolvimento do raciocínio humano que está além da relação binária de verdade e falsidade.

A necessidade de demonstrar e dar tratamento a situações contraditórias e não triviais levou ao aparecimento de uma lógica subjacente para os sistemas formais, denominadas lógicas paraconsistentes (DA COSTA, 1993).

A Lógica Paraconsistente figura entre as chamadas lógicas não clássicas, por conter disposições contrárias a alguns dos princípios básicos da Lógica Aristotélica, tais como o princípio da contradição. Sob a ótica aristotélica, qualquer afirmação é necessariamente verdadeira ou falsa. Segundo a Lógica Paraconsistente, uma sentença e a sua negação podem ser ambas verdadeiras (DA COSTA, 1999).

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} é uma classe da Lógica Paraconsistente que trabalha com proposições do tipo $p(\mu, \lambda)$, onde p é uma proposição e μ e λ indicam os graus de evidência favorável e evidência contrária, respectivamente. O par (μ, λ) é denominado constante de anotação, estando os valores de μ e λ limitados entre 0 e 1 (ABE, 2009).

O processamento dos dados de entrada dá-se pela aplicação de conectivos de minimização e maximização entre as fórmulas atômicas A e B que definem o estado resultante da saída,

considerando os proposicionais com seus respectivos graus de crença e descrença $\mu_A(\alpha_1, \lambda_1)$ e $\mu_B(\alpha_2, \lambda_2)$, inicialmente maximizando os graus de crença (α_1 OR α_2) obtendo o grau de crença resultante (α_R) e seguinte minimizando os graus de descrença (λ_1 OR λ_2) obtendo o grau de descrença resultante (λ_R) (DA SILVA FILHO, 1999).

Considerando o cenário de dois grupos de especialistas A (E1, E2) – B(E3, E4), pode-se demonstrar a aplicação do conectivo OR representado pela disjunção $A \cup B$.

$$E1 (\alpha_1, \lambda_1) \text{ OR } E2 (\alpha_2, \lambda_2) = (\text{Máx} \{ \alpha_1, \alpha_2 \}, \text{Mín} \{ \lambda_1, \lambda_2 \}) = A_R (\alpha_1, \lambda_1)$$

$$E3 (\alpha_1, \lambda_1) \text{ OR } E4 (\alpha_2, \lambda_2) = (\text{Máx} \{ \alpha_1, \alpha_2 \}, \text{Mín} \{ \lambda_1, \lambda_2 \}) = B_R (\alpha_2, \lambda_2)$$

Em seguida, a aplicação do conectivo AND, entre os sinais anotados A_R e B_R , representando a Conjunção $A_R \cap B_R$:

$$R = A_R (\alpha_1, \lambda_1) \text{ AND } B_R (\alpha_2, \lambda_2) = (\text{Mín} \{ \alpha_1, \alpha_2 \}, \text{Máx} \{ \lambda_1, \lambda_2 \}) = R (\alpha_1, \lambda_1)$$

Após a aplicação da maximização e minimização, os graus de certeza e incerteza são obtidos por:

- Grau de Certeza: $G_{cer}(\mu, \lambda) = \mu - \lambda$
- Grau de Incerteza: $G_{inc}(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1$

Com os valores de G_{cer} e G_{inc} obtidos, identifica-se o estado lógico resultante através da análise do reticulado τ .

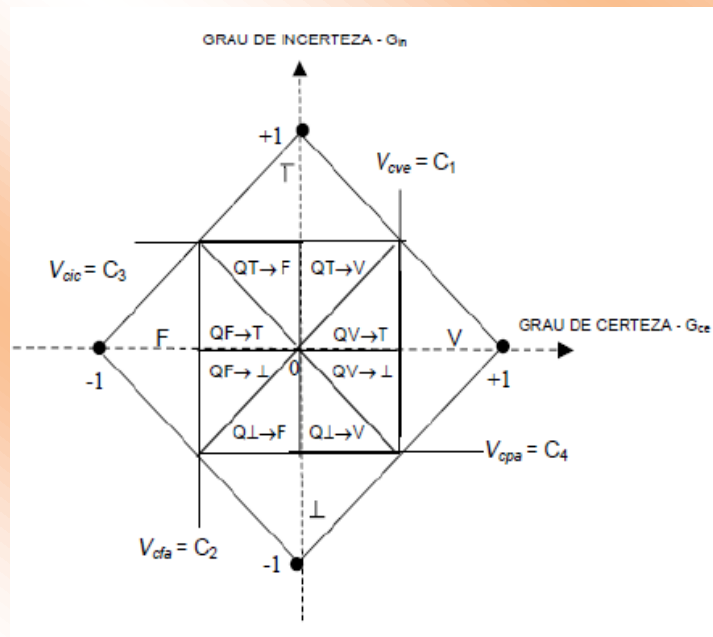


Figura 1 - Diagrama com os graus de certeza e de incerteza, com valores ajustáveis de controle limite indicados nos eixos (fonte: ABE, 2009).

O reticulado da Figura 1 também pode ser representado em um quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC).

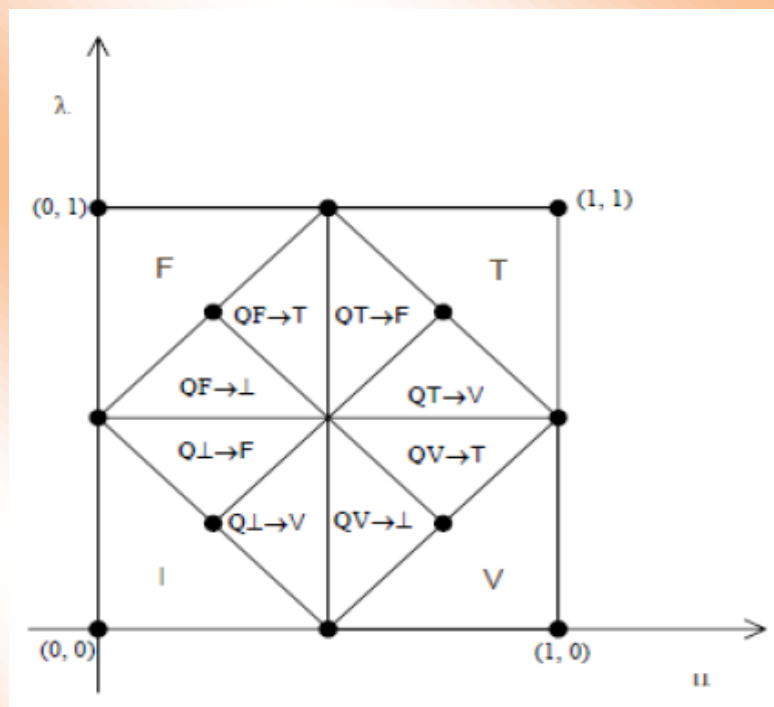


Figura 2 - QUPC (fonte: ABE, 2009)

As tabelas abaixo apresentam os quatro estados extremos e os oito não extremos que compõem o reticulado.

Tabela 1 – Estados lógicos (fonte: ABE, 2009)

Estados Extremos	Símbolo
Verdadeiro	V
Falso	F
Inconsistente	T
Paracompleto	□

Tabela 2 – Estados lógicos (fonte: ABE, 2009)

Estados Não Extremos	Símbolo
Quase-verdadeiro tendendo ao Inconsistente	QV □ T
Quase-verdadeiro tendendo ao Paracompleto	QV □□
Quase-falso tendendo ao Inconsistente	QF □T
Quase-falso tendendo ao Paracompleto	QF □□
Quase-Inconsistente tendendo ao Verdadeiro	QT □□ V
Quase-Inconsistente tendendo ao Falso	QT □□ F
Quase-Paracompleto tendendo ao Verdadeiro	Q □□ V
Quase-Paracompleto tendendo ao Falso	Q □□ F

Segundo Nogueira (NOGUEIRA, 2009), para que uma proposição analisada seja considerada totalmente verdadeira ou totalmente falsa, são atribuídos valores de controle arbitrários nomeados Valor de controle de veracidade (V_{cve}) e Valor de controle de falsidade (V_{cfa}).

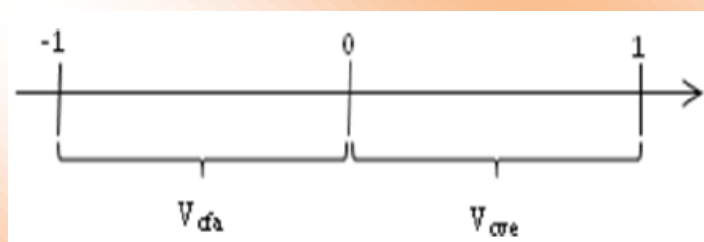


Figura 2 - Limites de Controle: Veracidade e Falsidade

De forma análoga, 2 valores de controle arbitrários nomeados Valor de controle de inconsistência (V_{cic}) e Valor de controle de paracompleteza (V_{cpa}), determinam os limites para que a proposição seja considerada totalmente inconsistente ou paracompleta.

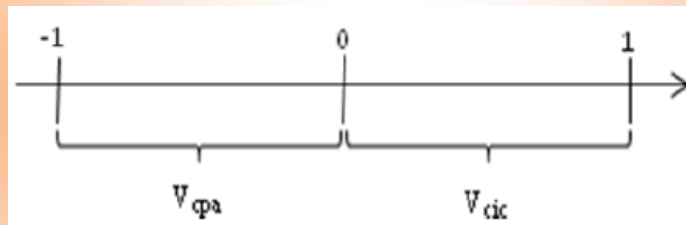


Figura 3 - Limites de Controle: Inconsistência e Paracompleteza

A alteração desses valores de controle possibilita aumentar ou diminuir as faixas de verdade, falsidade, inconsistência e paracompleteza, ajustando-as de acordo com o problema sob análise.

O passo inicial para o desenvolvimento de um software consiste em compreender os componentes e operações envolvidos, delimitando o escopo e as restrições da aplicação.

Segundo Pressman (PRESSMAN, 1995), o escopo identifica as funções primárias que o software deve realizar e as delimita de forma quantitativa. Ainda segundo Pressman (PRESSMAN, 1995), a condução de um projeto de software bem-sucedido deve compreender:

- Escopo
- Análise de Riscos
- Recursos Exigidos
- Tarefas a serem executadas
- Marcos de Referência a serem acompanhados
- Esforço (custo) despendido
- Programação a ser seguida

Com o objetivo de aumentar a produtividade, agilizar decisões estratégicas e integrar iniciativas para alavancar um desempenho superior, a modelagem tradicional deu lugar a BPMN (*Business Process Modeling Notation*) que fornece uma notação necessária para expressar os processos de negócio em um único diagrama de processo de negócio. Um dos objetivos da BPMN é criar um mecanismo simples para o desenvolvimento dos modelos processos de negócio e, ao mesmo tempo, poder garantir a complexidade inerente aos processos (OWEN, 2003).

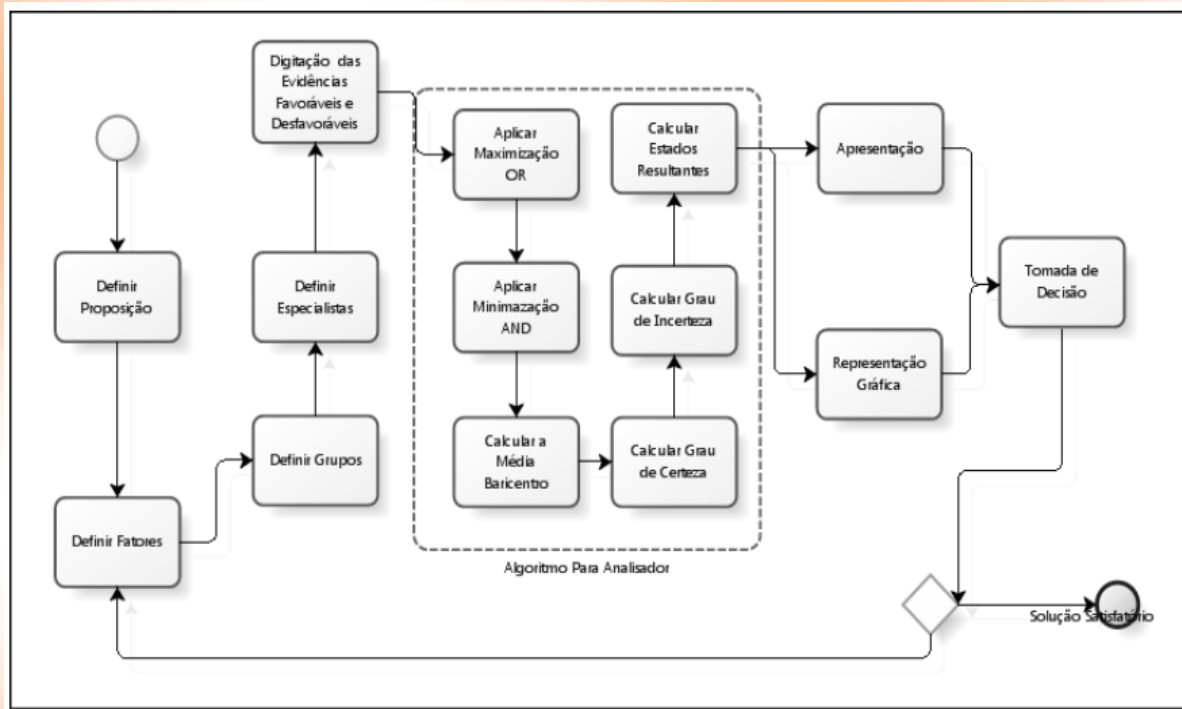


Figura 3 - Processos

Além da notação BPMN, um modelo abstrato de entidade relacionamento (MER) foi definido de modo a descrever conceitualmente os objetos de dados a serem utilizados na aplicação. O objetivo é definir como e quando as entidades se relacionam a fim de dar maior entendimento do problema.

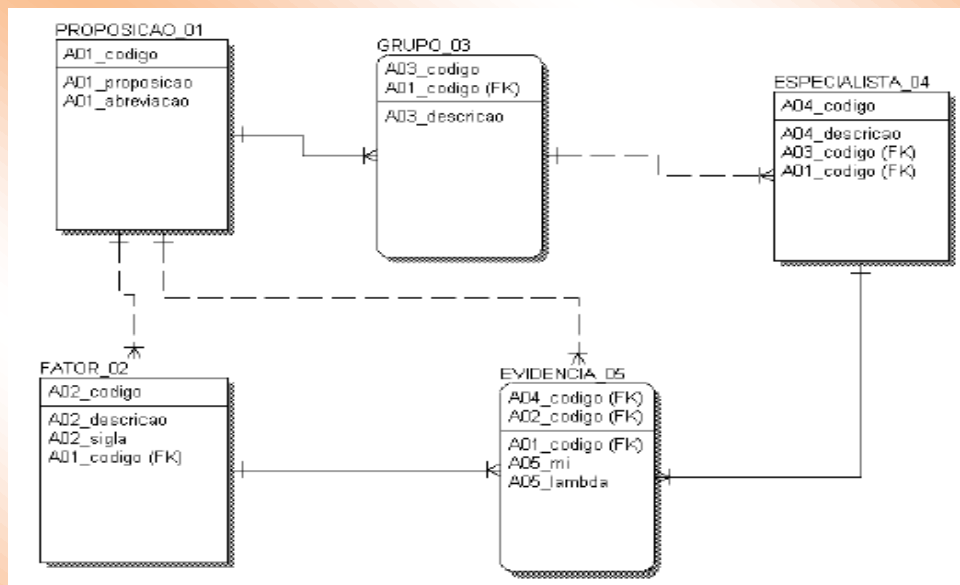


Figura 4 - Modelo Entidade Relacionamento

Outras soluções poderiam ser utilizadas, principalmente no que se refere a metodologias e ferramentas de modelagem, no entanto, esta abordagem direta, minimiza a documentação e a complexidade envolvidas no projeto, levando em conta – principalmente, os requisitos funcionais.

Para Macaulay (MACAULAY, 1996) um requisito pode ser definido como “algo que o cliente necessita”. Entretanto, do ponto de vista do Engenheiro de software, requisitos podem ser definidos como “algo que necessita ser projetado”. Segundo Alencar (ALENCAR, 1999), “os requisitos funcionais dizem respeito à definição das funções que o sistema ou componente de sistema deve fazer. Ou seja, descrevem as transformações a serem realizadas nas entradas de um sistema ou em um de seus componentes, a fim que se produza saídas”.

O processo tem início com a definição de uma proposição a ser analisada. Trata-se de uma sentença declarativa que será classificada entre os estados definidos no QUPC.

A Figura 5 apresenta a janela inicial da aplicação e a janela de cadastro de proposições. Seguindo o fluxo padrão do aplicativo, inicialmente o usuário cadastra uma proposição, informando o Resumo que define a proposição e um texto explicativo. Na janela de cadastro, o usuário também define os valores de controle de veracidade, falsidade, inconsistência e paracompleteza para modelar a arquitetura da análise.

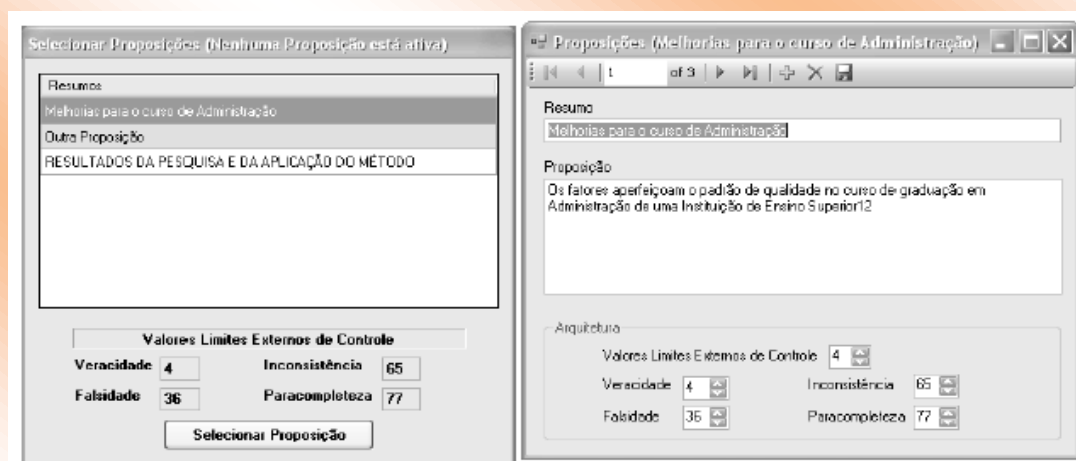


Figura 5 - Janela Inicial e Cadastro de Proposições

Uma vez definida, a proposição estará disponível para inclusão dos demais itens da aplicação: fatores, grupos, especialistas e evidências – e também será apresentada na lista de proposições da janela inicial do aplicativo.

Para ser utilizada, uma proposição deve ser ativada, por isso a escolha de uma proposição na janela inicial é um item obrigatório. Ao cadastrar uma nova proposição, esta passará a ser o parâmetro ativo.

O passo seguinte é a identificação dos fatores que exercem influência sobre a proposição em questão.

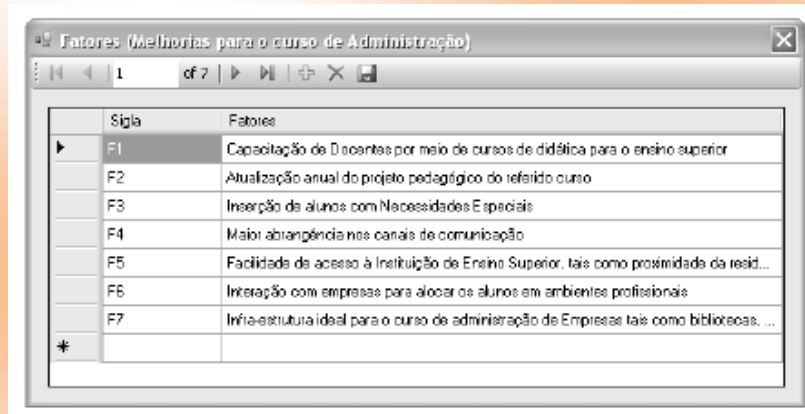


Figura 6 - Cadastro de Fatores

A Figura 6 demonstra o Cadastro de Fatores relacionados à proposição. Para cada fator é necessário que o usuário informe uma sigla e uma descrição. Cada proposição deverá conter no mínimo um fator de análise.



Figura 7 - Cadastro de Grupos e Especialistas

Na Figura 7, vemos o Cadastro de Grupos. Para que o Para-Analisador tenha êxito, é necessário que o usuário inclua pelo menos 2 grupos.

Neste modelo, foi adotado que os dados de evidência seriam obtidos com ajuda de especialistas, sendo que cada especialista está obrigatoriamente relacionado a um determinado grupo.

A Figura 7 demonstra o relacionamento entre os grupos e os especialistas. Para cadastrar um especialista, é necessário que o usuário escolha primeiro o grupo, definido anteriormente e, em seguida, descreva o especialista.

Fatores	Especialistas	Mi	Lambda
F1	Diretor do Campus da Instituição	50	50
F1	Coordenador dos Cursos de Administração	90	0
F1	Docentes	95	20
F1	Alunos	100	0
F1	Profissionais da área de Administração	90	5
F1	Representantes do CRA	90	20
F2	Diretor do Campus da Instituição	70	10
F2	Coordenador dos Cursos de Administração	80	10
F2	Docentes	100	13
F2	Alunos	95	5
F2	Profissionais da área de Administração	90	5
F2	Representantes do CRA	100	0
F3	Diretor do Campus da Instituição	20	80
F3	Coordenador dos Cursos de Administração	60	20

Figura 8 - Lançamentos de Evidências

Na Figura 8 evidenciamos que o lançamento das evidências é efetuado na janela *Evidências*. Esta janela de coleta relaciona os fatores informados a um determinado especialista, permitindo a entrada dos graus de evidência favorável (□) e contrária (□) deste especialista.

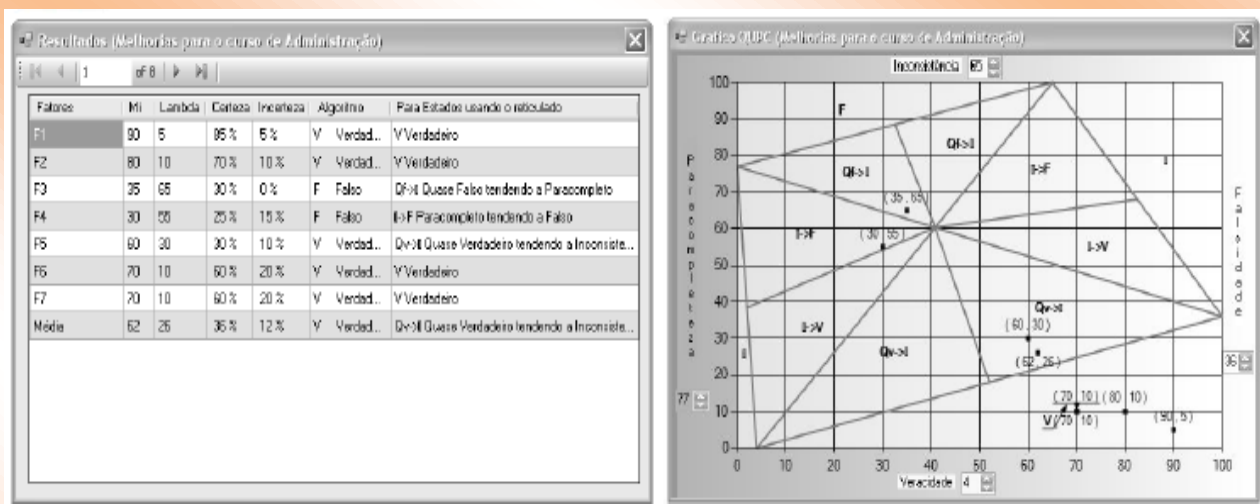


Figura 9 - Análise de Resultados e Gráfico QUPC

Na Figura 9 observamos a aplicação do algoritmo Para-Analisador, tanto de forma analítica como gráfica.

Conclusão

A utilização da lógica paraconsistente anotada evidencial E como base para uma ferramenta de tomada de decisão em redes de empresas mostrou-se viável. Sua utilização permitiu a criação de uma ferramenta com tempo de resposta rápido, fácil configuração e utilização. Os resultados obtidos permitem uma análise intuitiva, provendo subsídios para a tomada de decisões em um ambiente de culturas heterogêneas.

Referências

- ABE, J. M. **Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et**. Monografia, 2009.
- ALENCAR, F. M. R. **Mapeando a Modelagem Organizacional em Especificações Precisas**. Tese de doutorado. Centro de Informática. UFPE: Recife, 1999.
- CARVALHO, F. R. **Lógica paraconsistente aplicada em tomadas de decisões: uma abordagem para a administração de universidades**. Aleph: São Paulo, 2002.
- DA COSTA, N. C. A.; ABE, J. M.; MUROLO, A. C.; DA SILVA FILHO, J. I.; LEITE, C. F. S. **Lógica paraconsistente aplicada**. Atlas: São Paulo, 1999.
- DA SILVA FILHO, J. I. **Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada com Dois Valores – LPA2v com Construção de Algoritmo e Implementação de Circuitos Eletrônicos**. Tese de doutorado apresentada a EPUSP, São Paulo, 1999.
- MACAULAY, L. *Requirements Engineering*. Berlin: Springer Verlag, 1996.
- MARTINS, H. G. **A Lógica Paraconsistente Anotada de Quatro Valores – LPA4v aplicada em Sistema de Raciocínio Baseado em Casos para o Restabelecimento de Subestações Elétricas**. Tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal de Itajubá, 2003.
- NOGUEIRA, M. **Engenharia de software: Um Framework para Gestão de Riscos em Projetos de Software**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2009.
- OWEN, M.; RAJ, J. *BPMN and Business Process Management: Introduction to the New Business Process Modeling Standard*, Popkin Software, 2003. <<http://www.bpmn.org/>>.
- PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. Makron Books: São Paulo, 1995.
- SENKO, L. G. M. **Um Método Baseado em Lógica Paraconsistente para Detecção de Inconsistências em Classificadores à Base de Regras**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2006.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Implementação de uma Ferramenta de Tomada de Decisão em Redes de Empresas Baseada na Lógica Paraconsistente

Autores: M. S. P de Angelo; J. M. Abe; B. de S. Gutierrez

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: IV SIDEPRO - Simpósio sobre Redes e Cadeias de Fornecimento

Local da Publicação: São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: UNIP

Página inicial e página final: 636-645

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL APLICADA EM AVALIAÇÕES DA GESTÃO ACADÊMICA EM UMA IES

Fernando José Alho Gotti¹, Ivanir Costa², Elcio H. Shiguemori³

¹ Universidade Paulista - Rua Dr Bacellar, 1212, São Paulo, SP, Brazil, fergotti@gmail.com

² Universidade Paulista - Rua Dr Bacellar, 1212, São Paulo, SP, Brazil, icosta11@live.com

³ Elcio H. Shiguemori – Instituto de Estudos Avançados, São José dos Campos, Brazil
ehshiguemori@gmail.com

Abstract: The Higher Education Institution in Brazil have a great problem, to evaluate and presenting the existing data in general systems results. The lack of automatated systems, prepares for decision support knowledge based systems. There are many storage data disponibile without the right visualization and access for decision support. This study provide a better understanding of a information management, using a computing intelligence (CI). This work is based in a research in the existing data base and the published resarchs results. Using CI systems to development and data analysis to contribute decision making process. To quick view of the results, is used a visual tool named Dashboard that uses a spreadsheet and presenting the results.

Index Terms: Dashboard, Academic Management, Computing Intelligence.

Introdução

A realidade atual das Instituições de Ensino Superior (IES) nos mostra que ainda existem a execução de processos totalmente manuais, apesar de apresentarem vários tipos de sistemas de controle acadêmico e grandes investimentos em Tecnologia da Informação (TI) na Gestão Acadêmica. Segundo [6], muitas IES possuem indicadores disponíveis ou coletam informações de diversas fontes com o intuito de subsidiar as tomadas de decisões. Mas muitas vezes estes somente apresentam dados globais, em relatórios complexos, onde análises individualizadas e o planilhamento dos dados possam verificar as informações como, por exemplo: desempenho de alunos por turma, turno ou entre as diversas IES, entre outros. A verificação destas informações torna-se importante para identificar informações específicas referentes ao negócio. Em um sistema informatizado aplicando-se a Inteligência Computacional (IC) como uma Rede Neural Artificial (RNA), tipo *Perceptron* de Múltiplas Camadas (PMC), treinada com algoritmo de retropropagação do erro, é usada para classificar as avaliações para gestão acadêmica, sendo necessário para atender essas necessidades de tomada de decisões. A natureza do treinamento supervisionado da rede PMC requer que o conjunto de treinamento seja composto de uma entrada e uma saída desejada. As entradas são os dados

referentes às características das instituições e as saídas são as notas dadas por profissionais avaliadores e aquelas referentes às avaliações dos alunos da IES. Os resultados apresentados neste artigo foram obtidos com a RNA treinada com dados de levantamento e agrupamento das informações disponibilizadas, e como parte das informações está disponível nos sistemas atuais, e não tem condições de serem recuperadas rapidamente e utilizadas de forma a oferecer subsídios para a tomada de decisões. Desta forma propõem-se a utilização de uma IC para a análise e estruturação dos dados em um painel denominado *Dashboard*, que para [6], num ambiente de gestão universitária, a construção de um *cockpit* organizacional personalizado pode ser muito útil na gestão das especificidades das IES. Diferentes técnicas de IC têm sido aplicadas em avaliações, dentre as técnicas de IC, as redes neurais têm sido utilizadas de diferentes maneiras para avaliações. No presente trabalho, serão utilizadas para aprender com uso de dados de avaliações anteriores, e então, prever as possíveis melhorias de desempenho com variações dos parâmetros de entrada da rede neural. A próxima seção é apresentada uma breve introdução sobre redes neurais artificiais, conforme a literatura dos seguintes autores, [2]-[3]-[4]-[8].

Redes Neurais Artificiais

As RNAs exploram o intrínseco processamento paralelo e são tolerantes à falhas; propriedades que as tornam apropriadas para aplicação em reconhecimento de padrões, processamento de sinais, processamento de imagens, mercados financeiros, visão computacional, engenharia, entre outros segundos os autores [2]-[3]-[4]-[8].

As redes neurais artificiais têm dois estágios em sua aplicação. Durante a fase de aprendizagem, os pesos e limiares da rede correspondentes a cada conexão são ajustados. Para a ativação, a saída é obtida baseada nos pesos e limiares da fase de treinamento.

RNAs são compostas de elementos simples de processamento (neurônios). Um modelo de neurônio artificial consiste basicamente de uma combinação linear seguida de uma função de ativação, dado por:

$$y_k = \varphi \left(\sum_{j=1}^n w_{kj} x_j + b_k \right),$$

(1)

onde w_{kj} são os pesos sinápticos, b_k o limiar, x_j é o vetor de entrada e y_k a saída no k -ésimo neurônio. $\varphi(\cdot)$ é a função de ativação do neurônio.

A RNA irá resolver problemas não lineares, se forem utilizadas funções de ativação não lineares nas camadas ocultas e/ou de saída.

Dentre as várias funções, a sigmóide e tangente hiperbólica são os mais utilizados.

Existem diferentes arquiteturas de redes neurais artificiais que são dependentes da estratégia de aprendizagem adotada. No presente trabalho foi utilizada a rede *Perceptron* de Múltiplas Camadas (PMC) treinada com algoritmo de retropropagação do erro, que é uma rede alimentada para frente composta por uma camada de entrada, uma camada de saída e uma ou mais camadas escondidas, cujo objetivo é extrair estatísticas de alta ordem de seus dados de entrada.

A rede PMC com algoritmo de retropropagação do erro possui uma aprendizagem supervisionada, que requer o par entrada e saída desejada. Tais pares permitem o cálculo do erro da rede como a diferença entre a saída desejada e a saída calculada. Os pesos são ajustados através da retropropagação do erro, governados pela regra de ajuste. Os pesos são ajustados por um erro proporcional ao erro. Mais detalhes podem ser encontrados em [2].

Gestão Acadêmica em uma Instituição de Ensino Superior

Este trabalho está baseado em um Estudo de Caso, que a partir de dados coletados pelo Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) que faz parte das diretrizes do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) do Ministério da Educação (MEC), que para [6] é um sistema de avaliação do ensino superior autônomo de supervisão estatal que trabalha na integração das dimensões internas e externas das IES, com propostas de formar e somar no quantitativo e qualitativo. Permitindo que as organizações IES tenham condições de avaliar melhor o processo de ensino aprendizagem. Este processo faz parte da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB 9.394/96, que segundo [6], a educação superior será ministrada nas instituições de ensino superior, públicas ou privadas, com variados graus de abrangência ou especialização. O SINAES que realiza o ENADE anualmente em grupos de cursos, que são avaliados de 4 em 4 anos, medindo assim sua qualidade.

Para [11], o estudo de caso é um método bastante indicado para contexto no qual o investigador tem pouco controle sobre os eventos que está pesquisando, sendo tais eventos fenômenos contemporâneos e reais.

As informações obtidas com a metodologia de estudo de caso podem ser utilizadas na gestão acadêmica de uma IES. Neste trabalho serão utilizadas para avaliar o desempenho da instituição com base nas informações apresentadas pela rede neural. A Tabela 3 apresenta os dados da amostra

escolhida no Enade, onde é apresentado o número de participantes da prova, o número de alunos concluintes por IES e o conceito gerado pelo Enade.

As características são assim classificadas: IES – Instituição de Ensino Superior; Part – número de alunos ingressantes no curso; Conc – número de alunos concluintes, Enade – valor calculado do Enade e .Con_Enade – Conceito associado aos valores calculados.

Tabela 1 – Avaliação do Enade

IES	Part	Conc	Enade	Con_Enade
A	62	93	2.13	3
B	38	141	3.93	4
C	41	41	3.08	4
D	129	24	2.24	3
E	81	15	2.41	3
F	192	77	2.62	3
G	317	214	1.66	2
H	15	39	2.78	3
I	177	230	2.01	3
J	63	51	2.09	3
N	60	73	1.98	3
M	66	117	1.99	3

Tabela 2 – Avaliação do Enade II

IES	Not_enade	Idd	Cpc	Cpc_fx
A	23.536	22.074	2.46	3
B	36.855	35.292	3.30	4
C	29.133	30.600	2.96	4
D	26.251	19.313	2.31	3
E	26.091	0.9405	2.33	3
F	18.135	26.080	2.58	3
G	34.556	19.953	2.13	3
H	22.889	22.834	2.23	3
I	22.268	21.553	1.96	3
J	20.276	21.827	1.94	2
N	23.055	25.543	2.54	3
M	21.412	22.182	2.02	3

Redes Neurais Artificiais aplicadas à Avaliação da IES

Neste trabalho as redes neurais são utilizadas para avaliação de IES com base nas informações do ENADE. Foram selecionados dados de 12 IES, apresentados nas Tabelas 1 e 2, juntamente com outros dados como os a seguir: C1: Part – total de participantes, C2: Conc – número de alunos concluintes, C3: Enade – valor calculado do Enade por IES, C4: Con_Enade – conceito do Enade de cada IES, C5: Not_enade – nota do Enade para cada IES, C6: Idd – indicador de diferença entre o desempenho observado e esperado dos alunos, C7: Cpc – conceito preliminar de curso e C8: Cpc_fx – conceito preliminar de curso padronizado. A Figura 1 ilustra a avaliação.

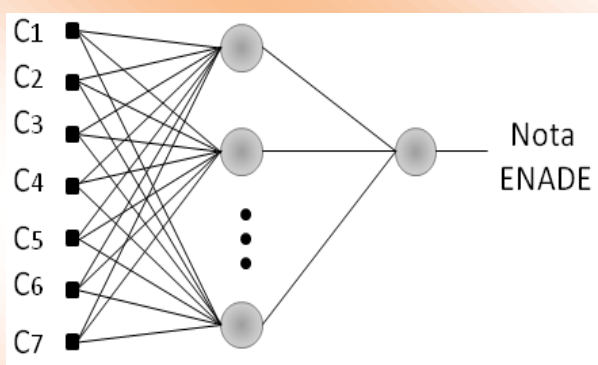


Figura 1. Rede Neural em avaliação.

Os dados foram divididos em 3 subconjuntos de entradas/saída, 8 para o treinamento (Tabela 1), 2 para a validação (Tabela 2) e 2 para a generalização (Tabela 3). Os conjuntos de treinamento e validação são utilizados durante o treinamento, enquanto o de generalização nos testes da RNA. A rede é treinada com um subconjunto de treinamento formado 8 conjuntos de entradas/saída.

Tabela 3 – Conjunto de Treinamento da Rede Neural

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
38	141	3.93	4	36.855	35.292	3.30	4
129	24	2.24	3	26.251	19.313	2.31	3
192	77	2.62	3	18.135	26.080	2.58	3
317	214	1.66	2	34.556	19.953	2.13	3
15	39	2.78	3	22.889	22.834	2.23	3
177	230	2.01	3	22.268	21.553	1.96	3
63	51	2.09	3	20.276	21.827	1.94	2
66	117	1.99	3	21.412	22.182	2.02	3

Tabela 4 – Conjunto de Validação da Rede Neural

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
62	93	2.13	3	23.536	22.074	2.46	3
41	41	3.08	4	29.133	30.600	2.96	4

Tabela 5 – Conjunto de Generalização da Rede Neural

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
81	15	2.41	3	26.091	0.9405	2.33	3
60	73	1.98	3	23.055	25.543	2.54	3

Durante a fase de treinamento, a rede deve ser treinada de modo que aprenda o suficiente com base no conjunto de treinamento, mas que seja capaz de generalizar com novos dados. Uma ferramenta para evitar que a rede não se especialize nos dados treinados é a validação cruzada, que consiste em apresentar o subconjunto de validação e parar antes da especialização [2].

O erro quadrático da avaliação é obtido por:

$$\text{Erro} = \frac{1}{2} (N^{\text{Avaliador}} - N^{\text{Rede Neural}})^2$$

(2)

onde $N^{\text{Avaliador}}$ é a nota apresentada pelo avaliador e $N^{\text{Rede Neural}}$ é a nota estimada pela rede neural.

No treinamento da rede da rede neural foram utilizados os subconjuntos de treinamento contendo 8 avaliações e o de validação contendo 2 pares de entrada/saída. Foi variado o número de neurônios na camada escondida com o objetivo de encontrar uma melhor arquitetura de rede neural, esse processo é necessário para um melhor desempenho da classificação. Na Tabela 2 apresenta-se a média dos Erros destas avaliações.

A Figura 2 ilustra um exemplo de avaliação do treinamento da rede neural. O critério de parada utilizado no treinamento foi a de validação cruzada [2].

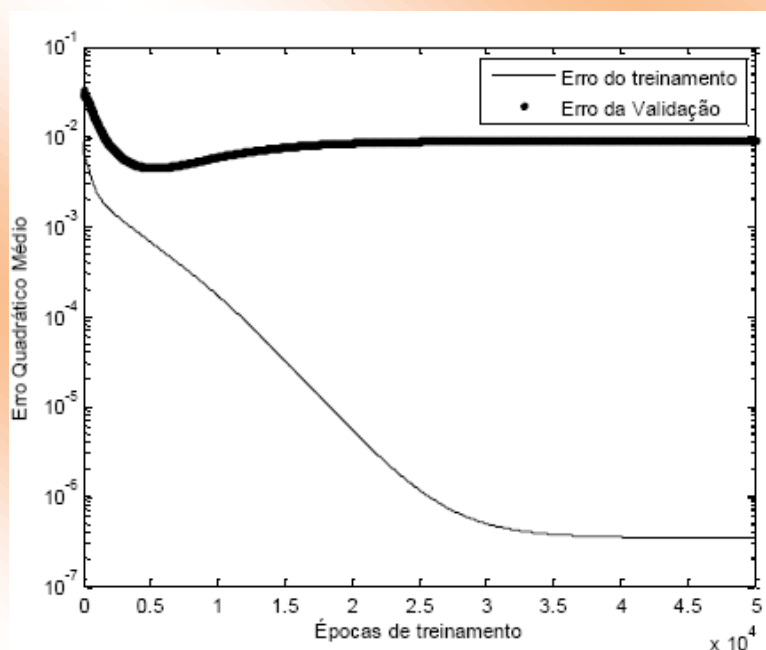


Figura 2 – Exemplo do erro de treinamento.

Tabela 6 – Erros obtidos nos testes de validação.

Neurônios	Média Erro Quadrático
1	1.4545×10^{-3}
2	5.9330×10^{-3}
3	3.0160×10^{-3}
4*	1.1225×10^{-3}
5	3.9465×10^{-3}
6	7.5920×10^{-3}

O número de neurônios na camada escondida para a rede neural e dados apresentados é 4, menos que isso não há informações suficientes para o treinamento e mais que 4 inicia-se o processo de saturação da rede neural.

As saídas para com cada caso apresentado na Tabela 5 são apresentadas na Figura 1, considerando diferentes números de neurônios na camada escondida.

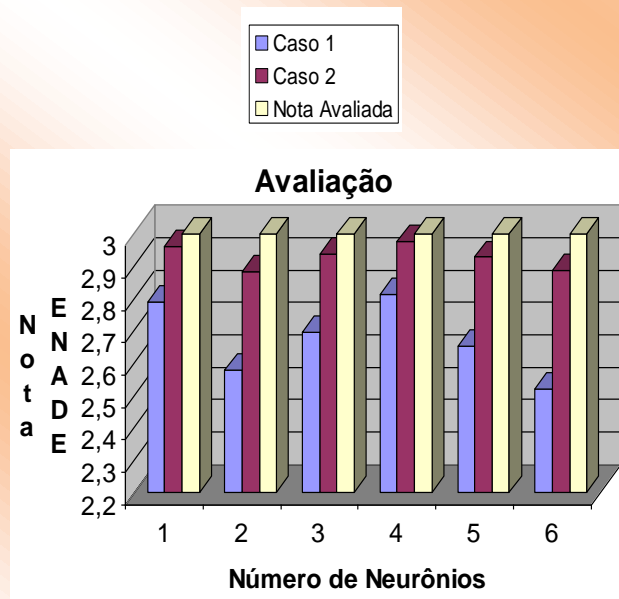


Figura 3 – Comparação dos resultados obtidos pela Rede Neural e pelos Avaliadores.

Para gestão acadêmica, é possível extrair informações de quais características que mais influenciaram na avaliação com o uso de informações e dos pesos da rede neural. Estes pesos são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Influência das características nas avaliações.

	1	2	3	4	5	6
C1	0.43	0.35	0.66	0.96	0.81	0.51
C2	0.84	1.10	1.52	1.96	2.06	2.22
C3	1.76	1.87	3.24	3.97	4.40	4.26
C4	0.06	0.11	0.33	0.84	0.70	0.96
C5	1.29	1.43	2.49	3.22	3.50	3.32
C6	0.15	0.78	0.58	0.31	1.00	1.88
C7	2.02	1.53	3.40	4.85	4.47	3.60

De acordo com os cálculos da RNA, são apresentadas na Tabela 7, as características que mais influenciam no resultado são C3: Enade, C5: Not_Enade e C7: Cpc. Com a identificação foi possível avaliar que é possível fazer simulações para a melhoria das características, tornando as avaliações de desempenho pela Instituição, mais próximas da realidade.

Considerações Finais

Neste trabalho foi apresentada uma metodologia para auxiliar na gestão de uma Instituição de Ensino Superior Brasileira com foco na dificuldade de se avaliar e apresentar os resultados existentes no seu sistema acadêmico. Este estudo visou automatizar o processo de avaliação da IES com o objetivo de contribuir para a gestão de informações na instituição com o uso de sistemas de Inteligência Computacional. A partir das pesquisas nas bases de dados, foi escolhida uma rede neural artificial, tipo *Perceptron* de Múltiplas Camadas, treinada com algoritmo de retropropagação do erro, que é uma rede alimentada para frente composta por uma camada de entrada, uma camada de saída e uma ou mais camadas escondidas, cujo objetivo é extrair estatísticas de alta ordem de seus dados de entrada. A partir dos resultados foi apresentada a análise dos dados, graficamente, garantindo uma rápida visualização dos mesmos e permitindo assim uma a de decisão por parte dos gestores.

Referências Bibliográficas

- [1] Bloch, S., *Excel para Engenheiros e Cientistas*. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- [2] Haykin, S., *Neural Networks: A Comprehensive Foudation*, NJ: Prentice Hall, 1994.
- [3] Lin, C., Lee, C. *Neural Fuzzy Systems: Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems*, NJ: Prentice Hall, 1996.
- [4] Nadler, M, Smith, E., *Pattern Recognition Engineering.*, New York: Wiley, 1993, pp. 293-294.
- [5] Shanthi, D, Sahoo, G., Saravanan, N. *Designing an Artificial Neural Network Model for the Prediction of Thrombo-embolic Stroke. International Journals of Biometric and Bioinformatics IJBB*, Vol. 3, No 1, 2007.
- [6] Silva, R., *Balanced Scorecard - BSC: Gestão do Ensino Superior.*, Curitiba: Juruá, 2009.
- [7] Souza, P.; Silva, E. *Como Entender e Aplicar A Nova LDB*. São Paulo: Pioneira, 2001.
- [8] Tsoukalas, L., Uhrig, R., *Fuzzy and neural approaches in engeneering*, New York: Wiley, 1997.
- [9] Zeng, X., Yeung, D. S. *Sensivity Analysis of Multilayer Perceptron to Input and Weight Perturbsations. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Vol. 12, No 6, November 2001.
- [10] Zhang, G. P. *Neural Networks for Classification: A Survey. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Vol. 30, No 04, November 2000.
- [11] Yin, R. *Estudo de Caso. Planejamento e Métodos*. São Paulo: Bookman, 1994.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Inteligência Computacional Aplicada em Avaliações da Gestão Acadêmica em uma IES

Autores: F. J. A. Gotti, I. Costa, E. H. Shiguemori

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Sim

Agência de Fomento: UNIP

Título do Meio de Publicação: Anais do ICECE2011

Local da Publicação: Guimarães, Portugal

Mês e Ano da Publicação: Setembro de 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Total de páginas: 4

ISBN: 978-85-89549-94-3

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

INTERAÇÕES, FLUXOS E CONHECIMENTO: ESTUDO DE CASO DA FERRAMENTA *MOODLE* BASEADO EM ANÁLISE GRÁFICA DE REDES

Fábio Luís Pereira¹, Amanda Luiza dos Santos Pereira², Diego Dias Lopes³, Fábio Vieira do Amaral⁴, Marcelo Nogueira⁵, Mario Mollo Neto⁶, Jair Minoro Abe⁷

Abstract: Using the graphics network analysis, this article addresses the understanding of the structure and flows of the relationship between students, teachers and subject of the University São Paulo's (Campus Tatuapé) Information Systems course. This analysis tool is enclosed by the tool Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) in its use during one semester, including just the first year class, that is, first and second semesters. The rationale for creating this work lies in understanding that Moodle is a tool that represents the intersection of two important elements to the current discussion about technology, particularly with regard to technological development: The Distance Education (DE) and the new interactive possibilities mediated by computers.

Index Terms: Graphic Analysis, Enterprise Networks, Moodle, Distance Education.

Introdução

O presente trabalho está circunscrito no universo da educação mediada por computador, especificamente no que se refere à utilização da ferramenta Moodle, delimitada no período de seis meses em relação à uma determinada disciplina. Como problema de pesquisa, tem-se o seguinte questionamento: A participação no Moodle influencia o aproveitamento geral da disciplina? Por conseguinte, a hipótese é de que quanto maior a participação do aluno através da ferramenta, então melhor o aproveitamento geral da disciplina.

1 Fábio Luís Pereira, Mestrando em Engenharia de Produção, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, f.luis01@gmail.com

2 Amanda Luiza dos Santos Pereira, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, amanda.luiza@gmail.com

3 Diego Dias Lopes, Graduando em Ciência da Computação, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, diegodl2@hotmail.com

4 Fábio Vieira do Amaral, Doutorando em Engenharia de Produção, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, favamaral@gmail.com

5 Marcelo Nogueira, Doutor em Engenharia de Produção, Unip, Rua Antonio de Macedo, 505, 03087-040, Parque São Jorge - São Paulo - SP, Brazil, marcelo@noginfo.com.br

6 Mario Mollo Neto, Doutor em Filosofia, Unip, Rua Dr. Bacelar, 1212, 04026-002, Vila Clementino - São Paulo - SP, Brazil, mariomollo@gmail.com

7 Jair Minoro Abe, Doutor em Filosofia, Unip, Rua Dr. Bacelar, 1212, 04026-002, Vila Clementino - São Paulo - SP, Brazil, jairabe@uol.com.br

O objetivo geral é, portanto, medir a influência da ferramenta Moodle nos resultados globais de disciplinas presenciais, no sentido de também verificar a congruência das argumentações teóricas sobre o assunto no nível empírico. Desta forma, o cerne do trabalho foi desenvolvido por meio de coleta de dados primários do Moodle e do sistema de notas da universidade, evidenciando-se a estrutura de relacionamentos utilizando os *softwares* dedicados Ucinet e NetDraw, considerando que é por meio deste último que se obteve as representações gráficas aqui apresentadas.

A justificativa desta elaboração está, em um primeiro momento, na centralidade da discussão acerca das tecnologias aplicadas à educação e, em outra perspectiva, mais pragmática, trata-se de trazer resultados de análise científica às práticas que estão em andamento no universo no qual se realizou esta pesquisa.

Revisão

A temática “redes” implica estudos multidisciplinares, abrangendo uma série de campos científicos como, por exemplo, biologia, computação, áreas das ciências humanas e sociais, e assim por diante. Apesar da diversidade de prismas adotados à análise do assunto, identifica-se uma questão comum aos estudos: a preocupação em identificar características de rede, ou seja, separar redes de estruturas que não se caracterizam como tal.

Partindo de um recorte mais voltado às questões políticas, sociais e econômicas, corrobora-se a argumentação acima, afirmando que: “A análise de redes sociais, em particular, é uma ferramenta metodológica de origem multidisciplinar, cuja principal vantagem é a possibilidade de formalização gráfica e quantitativa de conceitos abstraídos a partir de propriedade e processos característicos da realidade social. Dessa forma, modelos e teorias formulados com base em conceitos sociais podem ser matematicamente testados” [1].

A justificativa para o apoio no aspecto humano neste artigo particularmente está na delimitação da ferramenta Moodle, considerando-se o relacionamento entre alunos, professores e disciplinas, dado que se faz necessário enfatizar que se trata de concebê-la como rede digital e, portanto, alicerçada em relações sociais entre indivíduos. Isto implica também em compreender tal estrutura como viva, de maneira que: “Redes são sistemas de nodos e conexões. No caso das redes sociais, tais nodos são pessoas e as conexões são relações entre essas pessoas. As relações em questão são caracterizadas pela possibilidade de uma pessoa emitir ou receber mensagens de outra pessoa. Quando isso acontece de fato dizemos que se estabeleceu uma conexão”. No que diz respeito às demais características de redes, diversos autores concordam que redes são estruturas auto-organizáveis e, por conseguinte, não correspondem a hierarquias [1]-[2]-[3]-[4].

As pontuações acerca de rede indicadas até aqui convergem com as dos esclarecimentos acerca da Educação a Distância (EaD), considerando que a EaD está baseada, do ponto de vista educacional, na interação do estudante de modo que a construção dos conhecimentos seja realizada pelo próprio educando por meio da sua relação com outros sujeitos (tutor e alunos) e com os objetos (como, por exemplo, as atividades propostas), os quais em conjunto formam um ambiente/meio sociocultural.

A partir da perspectiva tecnológica, a EaD é considerada modalidade de ensino-aprendizagem viabilizada por suportes tecnológicos digitais que pode ser única ou complemento da modalidade presencial [5]. Desta forma, tem-se que o Ensino a Distância fundamenta-se no próprio ambiente digital de aprendizagem, isto é, sistemas computacionais de suporte às atividades de aprendizado mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação, mas que dependem diretamente da interação que se desenvolve dentro do ambiente.

O Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*), entendido como ambiente virtual de aprendizagem é, portanto, EaD, com o diferencial de que suporta, especificamente, estilos de relacionamento que se caracterizam como comunidade virtual que, por sua vez, compartilha características e é uma manifestação de rede social [5]-[6].

Esta convergência entre comunicação, tecnologias e educação sustenta uma série de concepções teóricas contemporâneas relacionadas às possibilidades de conhecimento alicerçadas pelas tecnologias [7].

Materiais e Métodos

A primeira fase de coleta de dados se deu por meio da ferramenta Moodle para a verificação do indicativo de participação. De tal ferramenta extraiu-se os *logs* dos alunos, contendo as seguintes informações relevantes: Curso, nome e ação (visualização, envio de atividade, etc).

Sequencialmente, tais dados foram selecionados, isto é, foram submetidos à “[...] uma verificação crítica, a fim de detectar falhas ou erros, evitando informações confusas, distorcidas, incompletas, que podem prejudicar o resultado da pesquisa” [8]. Assim, as ações relevantes foram mantidas, enquanto outras foram descartadas. Finalmente, ainda em nível de seleção, realizou-se a contagem das ações executadas pelos alunos, separando-as segundo sua classificação dentro do Moodle.

TABELA I
LEVANTAMENTO DAS AÇÕES DOS ALUNOS

Aluno	Envio Ativ.	Vis. Recurso	Fórum	Vis. Geral
ACJ	8	166	3	185
AC	5	45	1	46
ASR	5	95	22	126
AGS	6	76	24	98
ALFC	4	72	4	96
BCCF	3	121	11	145
BHVP	5	36	6	81
CP	7	50	15	141
DP	7	91	1	115
DAA	6	81	10	133
DF	5	52	0	43
DJF	7	107	0	84
DCS	4	71	19	93
ER	1	36	8	36
EOL	8	82	22	208
ERJ	2	61	0	44
ESO	8	80	1	59
FA	7	83	15	169
FHA	2	83	11	64
FMM	4	112	0	129
GPS	6	178	52	103
IGS	1	95	33	21
JLS	6	112	2	115
JS	2	58	1	51
JR	0	45	0	39
JJ	1	58	10	41
LL	0	1	0	5
LP	4	62	15	89
MAR	4	42	0	52
OR	0	10	0	12
RCG	7	19	0	20
RC	2	37	10	53
RFL	0	36	0	22
RFN	1	66	1	71
RVS	6	172	13	192
RBC	9	151	27	221
RCL	7	119	30	141
RFM	0	158	21	122
VS	2	73	6	88
VB	1	10	0	15
WS	7	189	4	216
WGC	5	181	10	280
WGA	8	80	21	100

A partir dos dados selecionados, partiu-se para a codificação, na qual se definiu o peso de cada ação. Desta forma, a ação “enviar exercício”, por exemplo, possui peso maior, dado que se trata de indicativo de participação do aluno na disciplina e também compõe a nota na disciplina; enquanto em relação à ação “visualização de conteúdo”, o peso atribuído é menor, já que não significa diretamente participação.

TABELA II
CODIFICAÇÃO EM PESOS

Ação	Peso	Código
Envio de Atividade	5	EAp
Visão de Recurso	3	VRp
Fórum	1	Fp
Visão Geral	1	Vp

Em seguida, os dados referentes às ações foram normalizados com o objetivo de evidenciar a diferenciação proposta na codificação, considerando-se a prioridade dos pontos de vista quali e

quantitativo. Assim, a quantidade de ação executada por indivíduo foi dividida pelo maior número de execução desta categoria e multiplicada pelo peso atribuído a esta, chegando-se ao número de participação.

TABELA III
LEVANTAMENTO DAS AÇÕES DOS ALUNOS

Aluno	EAp	VRp	Fp	Vp	Participação	Média
ACJ	4,4	2,8	0,1	0,7	8,0	8,0
AC	2,8	0,7	0,0	0,2	4,0	5,0
ASR	2,8	1,5	0,4	0,5	5,0	2,0
AGS	3,3	1,2	0,5	0,4	5,0	6,0
ALFC	2,2	1,1	0,1	0,3	4,0	8,0
BCCF	1,7	1,9	0,2	0,5	4,0	7,0
BHVP	2,8	0,8	0,1	0,3	4,0	7,0
CP	3,9	0,8	0,3	0,5	5,0	4,0
DP	3,9	1,4	0,0	0,4	6,0	8,0
DAA	3,3	1,3	0,2	0,5	5,0	6,0
DF	2,8	0,8	0,0	0,2	4,0	5,0
DJF	3,9	1,7	0,0	0,3	6,0	7,0
DCS	2,2	1,1	0,4	0,3	4,0	7,0
ER	0,6	0,8	0,2	0,1	1,0	2,0
EOL	4,4	1,3	0,4	0,7	7,0	7,0
ERJ	1,1	1,0	0,0	0,2	2,0	1,0
ESO	4,4	1,3	0,0	0,2	6,0	5,0
FA	3,9	1,3	0,3	0,6	6,0	8,0
FHA	1,1	1,3	0,2	0,2	3,0	5,0
FMM	2,2	1,8	0,0	0,5	4,0	6,0
GPS	3,3	2,8	1,0	0,4	8,0	6,0
IGS	0,6	1,5	0,8	0,1	3,0	2,0
JLS	3,3	1,8	0,0	0,4	6,0	6,0
JS	1,1	0,9	0,0	0,2	2,0	2,0
JR	0,0	0,7	0,0	0,1	1,0	1,0
JJ	0,6	0,9	0,2	0,1	2,0	0,0
LL	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
LP	2,2	1,0	0,3	0,3	4,0	8,0
MAR	2,2	0,7	0,0	0,2	3,0	7,0
OR	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
RCG	3,9	0,3	0,0	0,1	4,0	2,0
RC	1,1	0,6	0,2	0,2	2,0	7,0
RFL	0,0	0,8	0,0	0,1	1,0	5,0
RFN	0,6	1,0	0,0	0,3	2,0	1,0
RVS	3,3	2,7	0,3	0,7	7,0	7,0
RBC	5,0	2,4	0,5	0,8	9,0	5,0
RCL	3,9	1,9	0,6	0,5	7,0	8,0
RFM	0,0	2,5	0,4	0,4	3,0	1,0
VS	1,1	1,2	0,1	0,3	3,0	3,0
VB	0,6	0,2	0,0	0,1	1,0	1,0
WS	3,9	3,0	0,1	0,8	8,0	7,0
WGC	2,8	2,9	0,2	1,0	7,0	6,0
WGA	4,4	1,3	0,4	0,4	6,0	5,0

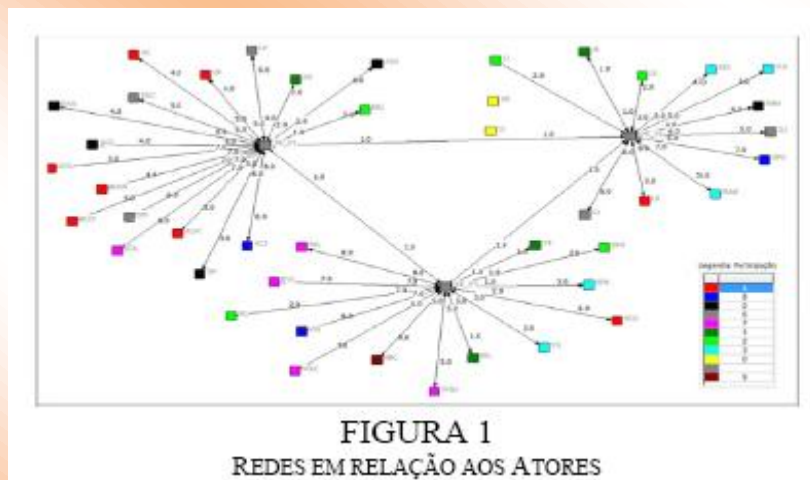
Para o indicativo denominado média, os dados coletados foram extraídos no sistema de notas de professores da universidade que delimita o trabalho, sendo que os valores foram arredondados de acordo com os padrões matemáticos, do mesmo modo que a participação também foi arredondada.

Utilizando-se do *software* Ucinet para a demonstração quantitativa das relações, identificadas da seguinte forma: Aluno-disciplina: Participação; Disciplina-aluno: Média; Força do aluno: Participação e Força da disciplina: Média.

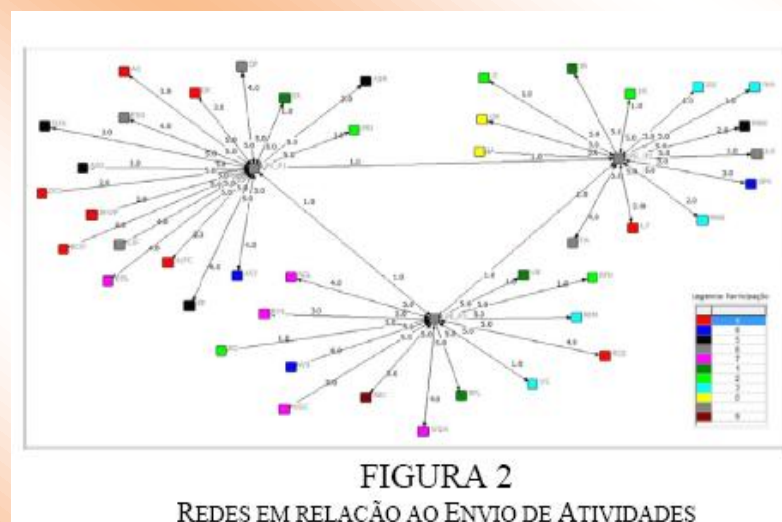
Para a obtenção dos resultados, utilizou-se também a ferramenta NetDraw, na qual se gerou representações gráficas das relações da rede.

Resultados

Como já mencionado anteriormente, os atores que constituem a rede estão subdivididos entre dois grupos distintos (*two-mode*): Educandos (43 atores) e professores (3 atores), como demonstrado na Figura 1. A partir de tal constatação, tem-se a elaboração da relação da rede tendo em vista o empenho do ator aluno (participação) em relação à nota obtida na disciplina (atribuída pelos atores que correspondem aos professores).



Considerando as quatro categorias pesquisadas e tomando-as como relações, tem-se os resultados representados pelas figuras a seguir. Na Figura 2 tem-se os resultados representados pela relação de envio de atividades.



Os resultados representados pela relação da visualização de recursos são apresentados na Figura 3.

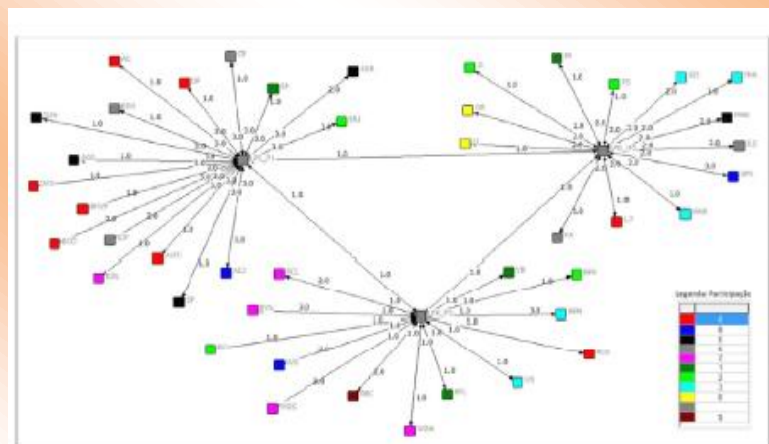


FIGURA 3
REDES EM RELAÇÃO À VISUALIZAÇÃO DE RECURSOS

A Figura 4 apresenta os resultados da relação de participação no Fórum.

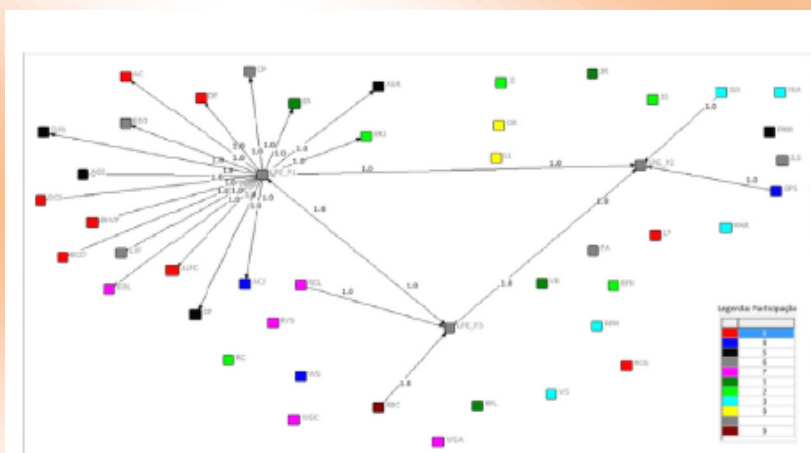


FIGURA 4
REDES EM RELAÇÃO À PARTICIPAÇÃO NO FORUM

Finalmente, a relação de acessar e visualizar de forma geral o *site* tem seus resultados indicados na Figura 5.

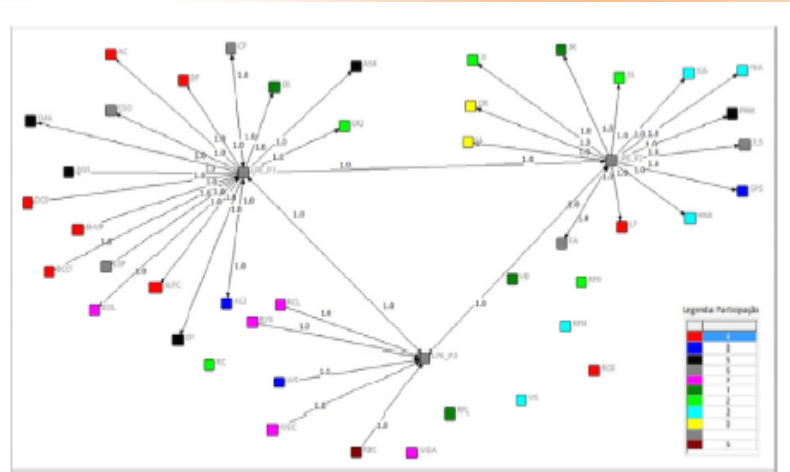


FIGURA 5
REDES EM RELAÇÃO À ACESSOS GERAIS NO SITE

Também realizou-se análise da estrutura da rede, a qual está subdividida em centralidade de grau (Freeman's Degree Central Measures) e de proximidade (Closeness Centrality). Obteve-se como resultado da centralidade de grau as seguintes informações: Network Centralization = 24.02%; Heterogeneity = 9.75% e Normalized = 7.75%, as quais estão baseadas nos dados da Tabela 4.

TABELA IV
PROPRIEDADE CENTRALIDADE DE GRAU

	1	2	3	
	Degree	NrmDegree	Share	
29	LPE_P1	102.000	25.422	0.225
31	LPE_P3	71.000	17.531	0.155
30	LPE_P2	38.000	14.321	0.127
34	RBC	9.000	2.222	0.020
28	LP	8.000	1.975	0.017
4	ALFC	8.000	1.975	0.017
2	ACJ	8.000	1.975	0.017
37	RCL	8.000	1.975	0.017
46	WS	8.000	1.975	0.017
18	FA	8.000	1.975	0.017
13	DP	8.000	1.975	0.017
10	DKS	7.000	1.728	0.015
32	MAR	7.000	1.728	0.015
12	DJF	7.000	1.728	0.015
14	EOL	7.000	1.728	0.015
47	BHVP	7.000	1.728	0.015
45	WGC	7.000	1.728	0.015
21	GPS	7.000	1.728	0.015
25	RC	7.000	1.728	0.015
41	RV5	7.000	1.728	0.015
6	BCCF	7.000	1.728	0.015
8	CP	6.000	1.481	0.013
24	JLS	6.000	1.481	0.013
9	DAA	6.000	1.481	0.013
20	FMM	6.000	1.481	0.013
3	AGS	6.000	1.481	0.013
38	RFL	5.000	1.235	0.011
5	ASR	5.000	1.235	0.011
17	ESD	5.000	1.235	0.011
1	AC	5.000	1.235	0.011
19	FHA	5.000	1.235	0.011
11	DF	5.000	1.235	0.011
44	WGA	5.000	1.235	0.011
22	IGS	4.000	0.988	0.009
36	RCG	4.000	0.988	0.009
39	RFM	3.000	0.741	0.007
43	VS	3.000	0.741	0.007
26	JS	2.000	0.494	0.004
16	ERJ	2.000	0.494	0.004
15	ER	2.000	0.494	0.004
23	JJ	2.000	0.494	0.004
20	RFN	2.000	0.494	0.004
42	VB	1.000	0.247	0.002
25	JR	1.000	0.247	0.002
27	LL	0.000	0.000	0.000
33	OR	0.000	0.000	0.000

A Tabela 5 demonstra os resultados da centralidade de proximidade.

TABELA V
PROPRIEDADE CENTRALIDADE DE PROXIMIDADE

		1	2	3	4
		inFarness	outFarness	incloseness	outcloseness
29	LPE_P1	159.000	203.000	28.302	22.167
31	LPE_P3	163.000	207.000	27.607	21.739
30	LPE_P2	165.000	210.000	27.273	21.429
4	ALFC	201.000	244.000	22.388	18.443
5	ASR	201.000	244.000	22.388	18.443
1	AC	201.000	244.000	22.388	18.443
2	ACJ	201.000	244.000	22.388	18.443
3	AGS	201.000	244.000	22.388	18.443
9	DAA	201.000	244.000	22.388	18.443
10	DCS	201.000	244.000	22.388	18.443
11	DF	201.000	244.000	22.388	18.443
12	DJF	201.000	244.000	22.388	18.443
13	DP	201.000	244.000	22.388	18.443
14	EOL	201.000	244.000	22.388	18.443
15	ER	201.000	244.000	22.388	18.443
16	ERJ	201.000	244.000	22.388	18.443
17	ESO	201.000	244.000	22.388	18.443
6	BCCF	201.000	244.000	22.388	18.443
7	BHVP	201.000	244.000	22.388	18.443
8	CP	201.000	244.000	22.388	18.443
44	WGA	205.000	248.000	21.951	18.145
45	WGC	205.000	248.000	21.951	18.145
46	WS	205.000	248.000	21.951	18.145
35	RC	205.000	248.000	21.951	18.145
36	RCG	205.000	248.000	21.951	18.145
37	RCL	205.000	248.000	21.951	18.145
38	RFL	205.000	248.000	21.951	18.145
39	RFM	205.000	248.000	21.951	18.145
41	RVS	205.000	248.000	21.951	18.145
42	VB	205.000	248.000	21.951	18.145
43	VS	205.000	248.000	21.951	18.145
34	RBC	205.000	248.000	21.951	18.145
40	RFN	205.000	248.000	21.951	18.145
32	MAR	207.000	251.000	21.739	17.928
21	GPS	207.000	251.000	21.739	17.928
25	JR	207.000	251.000	21.739	17.928
26	JS	207.000	251.000	21.739	17.928
20	FMM	207.000	251.000	21.739	17.928
28	LP	207.000	251.000	21.739	17.928
24	JLS	207.000	251.000	21.739	17.928
18	FA	207.000	251.000	21.739	17.928
19	FHA	207.000	251.000	21.739	17.928
22	IGS	207.000	251.000	21.739	17.928
33	OR	2070.000	2070.000	2.174	2.174
27	LL	2070.000	2070.000	2.174	2.174
23	JJ	2070.000	207.000	2.174	21.739

A última propriedade analisada corresponde à coesão. Densidade (Tabela 6) e Coeficiente de cluster (Tabela 7).

TABELA VI
PROPRIEDADE COESÃO: DENSIDADE

DENSITY / AVERAGE MATRIX VALUE		
	Avg Value	Std Dev
<u>Moodle</u>	0.1855	1.0127

TABELA VII
PROPRIEDADE COESÃO: COEFICIENTE DE CLUSTER

CLUSTERING COEFFICIENT		
Overall graph clustering coefficient: 0.009		
	Clus Coef	nPairs
1 AC		0.000
.		
.		
29 LPE_P1	0.006	171.000
30 LPE_P2	0.013	78.000
31 LPE_P3	0.010	105.000
.		
.		
46 WS		0.000

Comentários e Conclusões

Observando-se a Figura 1, entende-se a rede analisada como Tríade, em função da identificação da quantidade de atores e laços entre eles. Tais laços, por sua vez, são não direcionais e, além disso, apesar de hierárquica (essencialmente em função da sua característica *two-mode*, isto é, da divisão entre professores e educandos), o grau de hierarquia é baixo (Tabela 6).

No que tange à análise das relações, a ação de envio das atividades identifica-se como uma avaliação essencial à participação, e também da avaliação global, que é ligada à visão geral em função de tratar-se de uso necessariamente anterior. A visão de recurso também aparece significativamente, apesar do peso atribuído e, em contrapartida, o fórum não se apresenta como variável fundamental dos indicativos participação e média.

Estruturalmente a rede avaliada contém ligações bidimensionais, entretanto, constitui-se rede não simétrica, pois também existem ligações monodirecionais. Em relação, especificamente, à centralidade de grau, isto é, das relações adjacentes, os atores que correspondem aos três professores responsáveis pela disciplina apresentam o maior número de conexão. Em relação a estas, percebe-se que há certo equilíbrio entre dois destes atores pertencentes ao subgrupo professor e um que, diferentemente, possui menor centralidade e interrupção de conexões.

Já no que diz respeito à medida de centralidade de proximidade tem-se que, em nível global, os atores professores mantêm distâncias diferenciadas com outros atores (do mesmo subgrupo ou não). Assim, os atores tutores têm capacidade de interação com os demais maximizada, inclusive porque são responsáveis pela disponibilização de conteúdos, isto é, o compartilhamento com todos os outros. Isto se dá justamente em função da corréncia paralela de distância dos vértices dos professores (um em relação ao outro) e da centralidade de proximidade em relação aos alunos.

No que se refere à propriedade coesão, especialmente delimitada à questão da densidade, pode-se afirmar que esta é baixa evidenciando-se tanto o baixo nível de mutualidade entre os atores, bem como de proximidade entre os subgrupos.

Respondendo-se ao problema de pesquisa proposto, confirma-se que, apesar de algumas exceções identificadas, quanto maior a participação do aluno (fundamentalmente se coerente em relação às categorias analisadas), então melhor o aproveitamento geral da disciplina.

As análises direcionadas à densidade e ao coeficiente de cluster, pensadas em relação às categorias, podem ser consideradas indícios de que as relações extrarrede (em reflexão opositiva ao problema proposto) também influenciam os relacionamentos estudados. Isto explicaria os resultados estruturais diferenciados entre os atores do subgrupo professores.

Por outro lado, retomando-se o objetivo geral, se faz necessário enfatizar que a ferramenta Moodle possui uma funcionalidade específica de apoio à modalidade presencial. Desta forma, concebe-se a possibilidade de refletir as relações extrarrede (justificando então a hierarquização, ainda que baixa).

Especificamente a avaliação da categoria Fórum pode ser compreendida como justificativa da manutenção de tal hierarquia, visto que o não estímulo/participação do subgrupo professores pode ser a causa da sua relação fraca no que se refere ao subgrupo alunos, o que sugere a necessidade de aprofundar a estratégia de participação dos tutores como influência positiva à avaliação global da disciplina.

Ligado a isto, outro item passível de reflexão posterior corresponde ao fluxo das ações do subgrupo alunos para além das categorias analisadas, no sentido de compreender a influência (ou não) da força participação em relação à avaliação, considerando-se como cerne da participação os fluxos, densidades e coeficientes em uma estrutura *one-mode*.

Finalmente, o que fica evidente em relação à análise global da rede é a importância da interação dos atores professores de modo que, além de resultados na avaliação da disciplina e mais importante do que isso, tem-se como resposta aumento da conectividade, indicando maior empenho do aluno, aproximando-se, de fato, de ambiente de aprendizagem.

Referências

- [1] SOUZA, Q.; QUANDT, C. Metodologia de análise de redes sociais. In: DUARTE, Fábio; QUANDT, C.; SOUZA, Q. (org). **O tempo das redes**. São Paulo: Perspectiva, 2008, pp. 31-63.
- [2] CAPRA, F. **A teia da vida** - Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix/Amana-Key, 2001.
- [3] DE FRANCO, A. Para fazer netweaving. **Escola de redes**, 2008. Disponível em: <<http://escoladeredes.ning.com/profiles/blogs/para-fazernetweaving>>. Acesso em: 20 set. 2010.
- [4] CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2000.
- [5] DA SILVA, R. S. **Moodle para autores e tutores**. São Paulo: Novatec, 2010.
- [6] LIMA JUNIOR, W. T. Produção de informação de relevância social no ambiente da mídia social conectada. **XXXII Intercom**, 2009.
- [7] MILHOMENS, L.; TAVARES, O. Conhecimento Coletivo e Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) – Possibilidades Interacionais na Globalização Ecológica. **XXXI Intercom**, 2008.

[8] LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Interações, Fluxos e Conhecimento: Estudo de Caso da Ferramenta Moodle Baseado em Análise Gráfica de Redes

Autores: F. L. Pereira; A. L. dos S. Pereira; D. D Lopes; F. V. do Amaral; M. Nogueira; M. Mollo Neto; J. M. Abe

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Conference on Engineering and Computer Education, ICECE 2011*

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 276-270

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$ APLICADA A CENÁRIOS

Nelio Fernando dos Reis¹, Jair M. Abe², Marcelo Nogueira³, Fábio Vieira do Amaral⁴,
Cristina Correa de Oliveira⁵, Bárbara S. Gutierrez⁶, Mariano S. Pacheco D'Angelo⁷

Abstract: In this paper we discuss an analysis model from a scenario constructed from a paraconsistent logic. The best advantages from this context are: entrance variables measured by logic thoughts from specialists; implementation computational extremely fast if compared with traditional methods; and permit the makes of decisions, because this procedure and taking as basis the researched information about items hardly picked, presenting a level of successes very high, what leaves a high level of validity and fidelity giving tranquility and security to the decider and guarantying quality to the diagnostic, to the product, to the service, to the result in a overall way.

Index Terms: Decision-making, Paraconsistent annotated evidential logic $E\tau$, Scenarios, Strategic Planning

1 Introdução

Este trabalho pretende promover o debate acerca dos modelos de análise de cenários hoje utilizados e propor uma nova abordagem para os procedimentos de análise de cenários, baseada em critérios técnico-operacionais, de modo a fazer com que as previsões de empresas possam ser não apenas confiáveis, mas também operacionalmente eficientes.

1 Nelio Fernando dos Reis, aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1212, CEP 04026-002 – São Paulo-SP – Brasil, nelio.reis@aesapar

2 Jair M. Abe, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar 1212, CEP 04026-002 – São Paulo-SP – Brasil, jairabe@uol.com.br

3 Marcelo Nogueira, Coordenador Pedagógico dos Cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação; Coordenador do curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia de Software da Universidade Paulista, Rua Antonio de Macedo, 505, CEP 03087-040 – Parque São Jorge – São Paulo-SP – Brasil, marcelo@noginfo.com.br

4 Fabio Vieira do Amaral, aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1212, CEP 04026-002 – São Paulo-SP – Brasil, favamaral@gmail.com

5 Cristina Correa de Oliveira, aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1212, CEP 04026-002 – São Paulo-SP – Brasil, crisolive@ig.com.br

6 Barbara S. Gutierrez, aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1212, CEP 04026-002 – São Paulo-SP – Brasil, ba.gutierrez@yahoo.com.br

7 Mariana Sergio Pacheco D'Angelo, aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1212, CEP 04026-002 – São Paulo-SP – Brasil, mariano.angelo@ig.com.br

Pretende-se apresentar saídas numéricas geradas pelo modelo que sejam facilmente compreendidas pelos tomadores de decisão, indicando os eventos correntes e as tendências potenciais que possam criar oportunidades e ameaças à empresa, nessas dimensões básicas citadas, respondendo a seguinte questão: seria possível trabalhar com dados contraditórios e projetar um cenário futuro?

O modelo é construído através de uma abordagem da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, técnica que vêm ganhando espaço e consideração nos diversos campos de pesquisa. As principais vantagens do emprego da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ (LPA) derivam do fato de os parâmetros de entrada ser estabelecidos pela estrutura do pensamento dos especialistas (neste caso, por exemplo, fatores de ordem tecnológica, fatores governamentais, fatores econômicos, fatores culturais, fatores demográficos, fatores ecológico-ambientais, etc.) consolidando uma lógica coletiva traduzida em termos matemáticos. As saídas numéricas geradas pelo modelo são facilmente compreendidas pelos tomadores de decisão, indicando os eventos correntes e as tendências potenciais que possam criar oportunidades e ameaças à empresa, nessas dimensões básicas citadas.

2 Revisão Bibliográfica

As organizações estão procurando cada vez mais se adaptar às constantes mudanças ambientais e às incertezas. Dentro dessa ótica, o planejamento estratégico representa uma ferramenta indispensável na gestão das organizações a fim de precaverem-se das incertezas com técnicas e processos administrativos que permitam o planejamento de seu futuro, a elaboração de objetivos, estratégias, métodos e ações (ANSOFF e McDONNELL, 1983; BETHLEM, 1998; DRUCKER, 1993; STONER e FREEMAN, 1999).

Nesse sentido, o planejamento estratégico significa o ponto de partida na administração estratégica das organizações, independentemente de seus tamanhos e tipos. Esse planejamento tem como propósito adotar medidas decisivas e resultados na condução de atitudes pró-ativas na gestão das organizações (MINTZBERG, 1994; GOMES, 2004).

Observa-se, portanto, que o tema conquista espaço e significado nos meios acadêmicos e profissionais, principalmente quando se trata do futuro das organizações. A ênfase dada ao assunto deve-se à instabilidade ambiental e à questão da competitividade. Para competir em meio a esse redemoinho, as empresas têm de se antecipar e se adaptar com rapidez às condições de mercado, principalmente na nova economia digital (LIAUTAUD, 2002; MITROFF; MASON; PEARSON,

1994). Isso porque, em ambientes instáveis, os dirigentes de qualquer tipo de organização têm procurado verificar o que se encontram neles como oportunidades e ameaças.

A respeito disso, Hamel e Prahalad (1995) consideram que o desafio das empresas é, na maioria das vezes, o resultado de sua incapacidade de regenerar suas estratégias. Ao refletir sobre tal abordagem, o planejamento estratégico torna-se fundamental na medida em que favorece a discussão da missão, dos objetivos, das políticas, das estratégias, das diretrizes e dos mecanismos de controle e avaliação (CAMPOS, 2002).

Porter (1989) afirma que um cenário é uma visão internamente consistente daquilo que o futuro poderia vir a ser. A partir dos trabalhos do autor (PORTER, 1980, 1989), busca-se sintetizar os componentes estratégicos essenciais para que as empresas possam corretamente orientar-se na definição de seus objetivos. Os cenários tradicionalmente empregados no planejamento estratégico enfatizam fatores macroeconômicos e macropolíticos (PORTER, 1989). Segundo o autor, estes tipos de cenários são chamados de macrocenários.

A construção de macrocenários exige a análise de um conjunto de fatores amplo e muito subjetivo. Poucos aspectos dos meios macroeconômicos e político têm ramificações estratégicas importantes para praticamente todas as empresas.

2.1 Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et

Os precursores da Lógica Paraconsistente foram o lógico polonês J. Łukasiewicz e o filósofo russo N.A. Vasil'év. Simultaneamente, por volta de 1910, embora de maneira independente, eles ventilaram a possibilidade de uma Lógica Paraconsistente que restringiria, por exemplo, o princípio da contradição, quando formulado da seguinte forma: dadas duas proposições contraditórias, isto é, uma das quais é a

negação da outra, então uma das proposições é falsa. Vasil'év chegou mesmo a articular determinada Lógica Paraconsistente, que ele batizou de imaginária, modificando a silogística aristotélica. Nenhum deles tinha, na época, uma visão ampla da Lógica Clássica, tal como hoje a encaramos; eles a tratavam mais ou menos do prisma de Aristóteles, de conformidade com as tendências então dominantes na época. O primeiro lógico a estruturar um cálculo proposicional paraconsistente foi o polonês S. Jaskowski, discípulo de Łukasiewicz. Em 1948, ele publicou suas ideias sobre lógica e contradição, mostrando como se poderia construir um cálculo sentencial paraconsistente, possuindo motivação conveniente. O sistema de Jaskowski, nomeado por ele de lógica discursiva, desenvolveu-se posteriormente (a partir de 1968) em virtude das obras de autores como J. Kotas, L. Furmanowski, L. Dubikajtis, N. C. A. da Costa e C. Pinter. Assim, chegou-se a edificar uma verdadeira lógica

discursiva, englobando um cálculo de predicados de primeira ordem e uma lógica de ordem superior (há, inclusive, teorias discursivas de conjuntos, intrinsecamente ligadas à teoria de atributos, baseada no cálculo S5 de Lewis). Também, independentemente dos trabalhos apresentados em Da Costa em 1954, o lógico D. Nelson sugeriu em 1959 uma lógica paraconsistente como uma versão de seu sistema conhecido como lógicas construtivas com negação forte.

3 Metodologia

A metodologia utilizada é a pesquisa descritiva, através de um estudo de caso, onde se faz uma simulação do modelo baseado em Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ construído a partir de parâmetros estabelecidos pela lógica de pensamento natural dos especialistas do setor segundo os fatores estabelecidos. Entenda-se por fatores estabelecidos, o modelo de Porter (1980). A percepção dos especialistas pode ser extraída por meio de questionários aplicados ao número infinito de especialistas do setor, das principais empresas do setor no país e profissionais de áreas correlatas. “Comprovado experimentalmente por ABE, as funções de pertinência ficam definidas após a consulta a pessoas especialistas, não tendo um limite de pessoas” (DA SILVA FILHO e ABE, 2001).

Como , por exemplo, de aplicação e como recurso para apresentação da ideia, vamos supor que queremos analisar o cenário para os próximos cinco anos.

De acordo com Porter (1980), as cinco forças competitivas são traduzidas pelos seguintes fatores, para análise ambiental interna:

Fatores Diretos de Competitividade

- AI1 – Entrantes potenciais;
- AI2 – Produtos substitutos;
- AI3 – Relação com clientes;
- AI4 – Relação com fornecedores;
- AI5 – Relação com concorrentes;

Fatores Indiretos de Competitividade e Fatores de Suporte

- AI6 – Governamentais;
- AI7 – Tecnológicos e ecológicos;
- AI8 – Econômicos e de mercado;
- AI9 – Culturais e demográficos;
- AI10 – Vínculos regionais;
- AI11 – Infraestrutura.

Em cada um desses fatores solicitar-se-á aos especialistas para que atribuam evidências em relação ao cenário futuro. Os resultados obtidos constituir-se-ão a base de dados.

Em relação aos fatores, deve-se raciocinar que eles são independentes um do outro. Assim sendo, procurar-se-á atribuir os graus de evidência favorável (μ) e evidência desfavorável (λ) de acordo com os especialistas. É evidente que os valores das anotações atribuídas pelos especialistas decorrem de uma série de fatores, como, por exemplo, de suas experiências, de suas formações, de suas realizações pessoais, de seus graus de otimismo e até de seus estados de espírito no momento das atribuições (ABE, 1992).

Para se evitar uma única linha de pensamento cresce de importância a escolha de especialistas com formações distintas para a atribuição dos valores. Por exemplo, um quadro, interessante, formado por especialistas para análise de cenários com formações e experiência nas áreas de engenharia e administração de empresas que ocupem cargos de direção na empresa em estudo.

Evidentemente, é possível aumentar a área de abrangência do processo com relação às áreas de formação. Nada impede que seja utilizado mais de um especialista da mesma área de formação. Cabe ao arquiteto do conhecimento dizer sobre a necessidade ou não de mais especialistas. Embora entendemos que o processo permita, não é aconselhável a utilização de menos de quatro especialistas, para que o resultado não fique eivado de subjetividade.

Foram colhidas as opiniões de dois especialistas Administradores de Empresa no grupo A, dois especialistas Engenheiros no grupo B e dois especialistas Economistas no grupo C, e suas opiniões estão traduzidas na Tabela 1.

4 Método de Análise Individualizada de Fatores (MFI)

Tabela 1. Base de dados formada pelos graus de crença e descrença atribuídos pelos especialistas a cada uma das faixas estabelecidas para os fatores.

FATOR	GRUPO A				GRUPO B				GRUPO C			
	Espec 1		Espec 2		Espec 3		Espec 4		Espec 5		Espec 6	
	μ_1	λ_1	μ_2	λ_2	μ_3	λ_3	μ_4	λ_4	μ_5	λ_5	μ_6	λ_6
AI1	1,0	0,2	0,8	0,1	0,7	0,4	0,9	0,2	0,7	0,4	0,9	0,2
AI2	0,8	0,2	0,8	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2
AI3	1,0	0,2	0,8	0,1	0,7	0,4	0,9	0,2	0,7	0,4	0,9	0,2
AI4	1,0	0,2	0,8	0,1	0,7	0,4	0,9	0,2	0,7	0,4	0,9	0,2
AI5	0,7	0,5	0,8	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,9	1,0	0,9
AI6	1,0	0,2	0,8	0,1	0,7	0,4	0,9	0,2	0,7	0,4	0,9	0,2
AI7	0,8	0,2	0,8	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2
AI8	1,0	0,2	0,8	0,1	0,7	0,4	0,9	0,2	0,7	0,4	0,9	0,2
AI9	0,8	0,2	0,8	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2
AI10	1,0	0,2	0,8	0,1	0,7	0,4	0,9	0,2	0,7	0,4	0,9	0,2
AI11	0,8	0,2	0,8	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2

Construída a base de dados, o primeiro passo para a aplicação do método é estabelecer o horizonte temporal que se pretende avaliar o cenário. Neste caso, como exemplo de aplicação do método e como recurso para a exposição da ideia, analisam-se os próximos dois anos.

Com os resultados obtidos na pesquisa Tabela 1, podemos extrair as opiniões dos especialistas sobre o cenário para os próximos cinco anos. Elas são demonstradas na Tabela 2.

4.1 A Aplicação das Regras de Maximização (OR) e de Minimização (AND)

O passo seguinte é aplicar a regra de maximização (OR) e de minimização (AND) da Lógica Paraconsistente Anotada às opiniões para cada um dos fatores escolhidos, na faixa obtida na pesquisa.

Aplicam-se as regras de maximização (OR) e de minimização (AND) para as opiniões dos especialistas, agrupados conforme Tabela 2, ou seja: [(Especialista 1) OR (Especialista 2)] AND [(Especialista 3) OR (Especialista 4)] AND [(Especialista 5) OR (Especialista 6)]

4.2 Análise dos Resultados

Analisam-se estes resultados finais, após aplicação das regras de maximização e de minimização, pelo dispositivo para-analisador. Para tanto, é necessário plotá-lo no Quadrado Unitário do Plano Cartesiano (QUPC), no qual, para se ter mais precisão na conclusão, adotam-se como linhas limites de verdade e de falsidade as retas determinadas por grau de certeza $G_c = 1/2$ ou 50%, e como linhas limites de paracompleto e de indeterminação as retas determinadas por grau de contradição $G_{co} = -1/2$ ou -50%. Desta forma, tem-se um cenário favorável ou desfavorável para a empresa, se houver um grau de certeza em módulo igual ou maior que $1/2$.

Resumindo, o critério de divisão é o seguinte:

- a) $G_c \geq 50\%$ (ou $1/2$) → viável
- b) $G_c \leq -50\%$ (ou $-1/2$) → inviável
- c) $-50\% < G_c < 50\%$ → não conclusivo

Observando os graus de evidência favorável e evidência desfavorável resultantes da aplicação das regras de maximização (OR) e minimização (AND) às opiniões dos especialistas no estudo quanto ao cenário futuro, pelo método MFI, esta análise permite precisar qual é a influência de cada fator na apresentação do cenário futuro.

Nota-se que o grau de certeza está acima de 0,50% como estabelecido como critério para cenário viável (0,51%), ou seja, é favorável, mesmo com um fator apresentando inviabilidade que é a

questão governamental, portanto, deve-se analisar este fator com maior meticulosidade, mas no conjunto o cenário é positivo.

Admita-se que os fatores tenham o mesmo peso (o mesmo grau de influência) na análise do cenário futuro, para se tomar uma decisão, quanto ao que planejar estrategicamente. Pode-se observar a influência conjunta de todos os fatores, plotando no Quadrado Unitário do Plano Cartesiano (QUPC) um ponto (R), que pode ser chamado de **baricentro**, cujos graus de evidência favorável e evidência desfavorável são obtidos pelas médias aritméticas dos graus de crença e de descrença resultantes, após a aplicação das regras de maximização e de minimização às opiniões dos especialistas.

Tabela 2: Graus de crença e descrença resultantes da aplicação das regras OR e AND às opiniões dos especialistas no estudo de cenário futuro, pelo método MFI.

Fator	Conectivo OR E1 e E2		Conectivo OR E3 e E4		Conectivo OR E5 e E6		Conectivo AND E1, E2, E3, E4, E5 e E6		Conclusões		
	μ_{1A}	λ_{2A}	μ_{1B}	λ_{2B}	μ_{1X}	λ_{2X}	μ_{1P}	λ_{2P}	H cert	G contr	Decisão
I1	1,0	0,2	0,9	0,9	0,7	0,4	0,7	0,2	0,5	-0,1	Viável
I2	0,8	0,2	0,8	0,8	0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,0	Viável
I3	1,0	0,2	0,9	0,9	0,7	0,4	0,7	0,2	0,5	-0,1	Viável
I4	1,0	0,2	0,9	0,9	0,7	0,4	0,7	0,2	0,5	-0,1	Viável
I5	1,0	0,2	0,9	0,9	0,7	0,4	0,7	0,2	0,5	-0,1	Viável
I6	0,8	0,5	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,5	0,3	0,3	Não conc.
I7	1,0	0,2	0,9	0,9	0,7	0,4	0,7	0,2	0,5	-0,1	Viável
I8	0,8	0,2	0,8	0,8	0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,0	Viável
I9	1,0	0,2	0,9	0,9	0,7	0,4	0,7	0,2	0,5	-0,1	Viável
I10	0,8	0,2	0,8	0,8	0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,0	Viável
I11	1,0	0,2	0,9	0,9	0,7	0,4	0,7	0,2	0,5	-0,1	Viável
BARICENTRO W: MÉDIAS DOS GRAUS							0,7	0,2	0,5	-0,0	

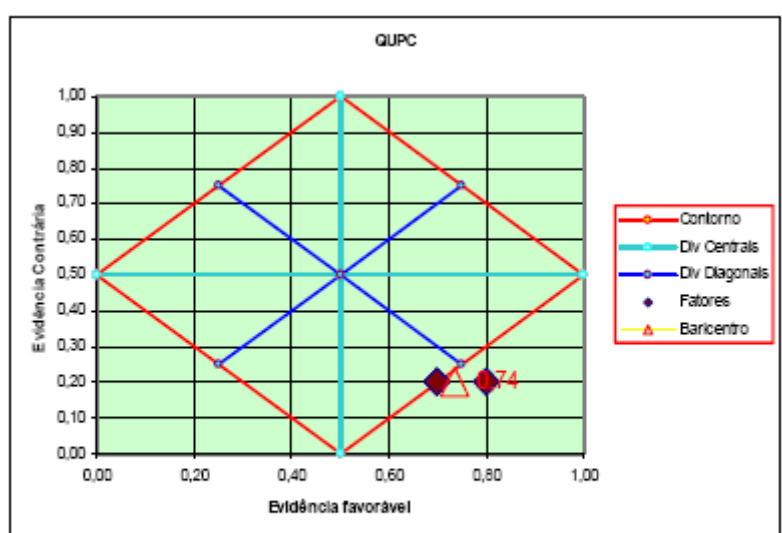


Figura 1: Aplicação do dispositivo para-analisador no QUPC.

O baricentro W é o centro geométrico dos pontos que representam os fatores de influência no QUPC e traduz, de certa forma, a influência resultante de todos os fatores considerados na análise do cenário futuro. Como W está na região de verdade, diz-se que o resultado é conclusivo. Ou seja, a análise demonstra que o cenário é positivo, pois todos os fatores analisados convergem para uma crença de que, para a empresa em questão, pode-se delinear estratégias que sejam convenientes para empresa de acordo com esse cenário.

É possível refinar o processo, conferindo pesos diferentes aos fatores e calculando-se uma média ponderada para a determinação do ponto W. Esta incrementação com pesos pode ser feita por especialistas.

5 Considerações Finais

O resultado apresentado pelo MFI se baseia na posição do baricentro W no QUPC, (ou pelo cálculo do grau de certeza [$H_{cert} = \mu - \lambda$] do estado traduzido por R), indicando, ainda, o grau de contradição [$G_{contr} = \mu + \lambda - 1$] (inconsistência ou indeterminação) dos dados utilizados.

Uma das grandes vantagens que o MFI apresenta é a sua grande versatilidade. Pode ser mais preciso e confiável de diversas maneiras. Por exemplo, utilizando maior número de fatores de influência; fixando mais de três faixas para cada fator; aumentando o módulo do grau de certeza e/ou do grau de contradição na aplicação do dispositivo para-analisador; tomando as opiniões de maior número de especialistas para a construção da base de dados etc. No exemplo acima se toma por base apenas a primeira faixa do fator, mas de acordo com o tomador de decisão ele pode estabelecer as faixas que são mais importantes para a empresa em questão. Além disso, pela sua própria estrutura, o

MFI permite uma fácil informatização em sua aplicação. Sem muita dificuldade, poderemos fazer um *software* capaz de executar as funções do dispositivo para-analisador.

Pode-se observar na aplicação do MFI a todos os casos analisados que, em todos eles, o resultado final não apresentou inconsistência alta. Isso mostra que a base de dados construída (Figura 1) não apresenta grandes inconsistências, ou seja, as opiniões dos quatro especialistas foram coerentes.

Por fim, virtualmente, todos os problemas em que a incerteza, a ambiguidade ou a linguagem natural do ser humano são relevantes apresentam situações favoráveis à análise dos cenários.

Referências

- [1] ABE, J. M. **Fundamentos da Lógica Anotada** (Foundations of Annotated Logic) (in Portuguese), Ph.D. Thesis, University of São Paulo, São Paulo, 1992
- [2] ABE, J. M. **Fundamentos da Lógica Anotada**, Tese de Doutorado, FFLCH - USP, 135 pp, 1992.
- [3] ABE, J. M. Some Aspects of Paraconsistent Systems and Applications, *Logique et Analyse*, 157(1997), 83-96.
- [4] ABE, J. M.; DA SILVA FILHO, J. I. Implementação de circuitos eletrônicos de funções lógicas Paraconsistentes radix N., **Coleção Documentos IEA-USP**, N. 33, 32p. São Paulo, 1996.
- [5] AKAMA, S.; ABE, J. M. Natural Deduction and General Annotated Logics, **Atas do The First International Workshop on Labelled Deduction** (LD.98), Freiburg, Alemanha, 1-14, 1998. Também publicado na **Coleção Documentos, Série Lógica e Teoria da Ciência**, IEA-USP, n. 49, 14p., 1998.
- [6] ANSOFF, H. I.; McDONNELL, E. **Implantando a administração estratégica**. São Paulo: Atlas, 1983.
- [7] ARRUDA, A. I.; N. C. A. DA COSTA; R. CHUAQUI, *Proceedings of The Third Latin-American Symposium on Mathematical Logic*, North Holland, Amsterdam, 1977.
- [8] BETHLEM, A. de S. **Estratégia empresarial: conceitos, processos e administração estratégica**. São Paulo: Atlas, 1998.
- [9] CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento gerencial, 2002.
- [10] CAROTTO, F. N.; KOPTTKE, B. H. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

- [11] CARVALHO, F. R. **Lógica Paraconsistente aplicada em tomadas de decisão: uma abordagem para a administração de universidades**. São Paulo: Aleph, 2002.
- [12] DA COSTA, N. C. A.; ABE, J. M.; MUROLO, A. C.; DA SILVA FILHO, J. I.; LEITE, C. F. S. **Lógica Paraconsistente Aplicada**. São Paulo: Atlas, 1999.
- [13] DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. Paraconsistent analyzer module, *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, vol. 9, ISSN 1373-5411, ISBN 2-9600262-1-7, 346-352, 2001.
- [14] DRUCKER, P. F. **Sociedade pós-capitalista**. São Paulo: Pioneira, 1993.
- [15] GOMES, D. D. **Posicionamento estratégico e ambiente competitivo**. Disponível em <www.universiabrasil.net>. Publicado em: 18 fev. 2003. Acesso em: 21 out. 2004.
- [16] HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. **Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar mercados de amanhã**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- [17] KOTLER, P. **Marketing**: edição compacta. São Paulo: Atlas, 1980.
- [18] LEITE, C. F. S. **A Aplicação da Lógica Paraconsistente em Processos de Tomada de Decisão**. Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na Universidade Paulista, UNIP-SP, 1999.
- [19] LIAUTAUD, B. **Inteligência em e-business: transformando informações em conhecimento, e conhecimento em lucro**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- [20] MINTZBERG, H. *The fall and rise of strategic planning*. Harvard Business Review: Boston, jan./feb. 1994.
- [21] MITROFF, I. I.; MASON, R. O.; PEARSON, C. M. *Framebreak: the radical redesign of american business*. San Francisco: Jossey-Bass, 1994.
- [22] OLIVEIRA, D. de P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e prática**. São Paulo: Atlas, 2004.
- [23] PORTER, M. E. **Estratégia competitiva**. Rio de Janeiro. Campus, 1989.
- [24] PORTER, M. E. *Competitive Strategy: Technique for Analyzing Industries and Competitors*. New York: Free Press, 1980.
- [25] QUINN, J. B. *Strategies for change: logical incrementalism*. Homewood, III., Business one irwin, 1980.
- [26] STONER, J. A. F; FREEMAN, R. E. **Administração**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1999.
- [27] VASCONCELOS, F. P. **Planejamento estratégico para a retomada do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.
- [28] ŁUKASIEWICZ, J. *On the principle of contradiction in Aristotle* – (tradução para o inglês de Uber den satz des Widerspruchs bei Aristoteles, Bull. Inter. De L'Académie des Sciences de

Cracovie, Classe d'Histoire et de Philosophie, pp. 15-38), *Review of Metaphysics* XXIV, pp. 485-509, 1971.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: *Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et Aplicada a Cenários*

Autores: N. F. dos Reis; J. M. Abe; M. Nogueira; F. V. do Amaral; C. C. de Oliveira; B. S. Gutierrez; M. S. P. D'Angelo

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Conference on Engineering and Computer Education*, ICECE 2011

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 274-278

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$ E RACIOCÍNIO BASEADO EM CASO: UMA FERRAMENTA PARA DIAGNÓSTICO DA DEPRESSÃO

Cristina Corrêa de Oliveira¹, Marcelo Nogueira², Fábio Vieira do Amaral³, Mariano Sergio Pacheco de Ângelo⁴, Bárbara S. Gutierrez⁵, Mario S. Quinello⁶, Jair Minoro Abe⁷

Abstract: In this paper we purpose to discuss the role of depression at work; for instance according to the Brazilian health data ministry, statistical data. So it is important to develop a serious study of this mental diseases especially in the context in production engineering as the data frequently contain uncertainly, conflicting subjective and even incompleteness we need a new kind of theories based on non classical logics such as fuzzy set theories. In this paper we consider the possibility of application of paraconsistent annotated evidential logic $E\tau$ in based case based reasoning. We present the first ideas in this direction.

Resumo: Depressão ou transtorno de humor é uma variação do humor que afeta as pessoas principalmente na idade adulta, prejudicando a qualidade de vida da população economicamente ativa. O diagnóstico da depressão depende das categorias e das manifestações de determinados sintomas, o que torna seu diagnóstico e tratamento complexos. Raciocínio baseado em casos é uma técnica da inteligência artificial utilizada na área da saúde para construção de sistemas especialistas que permitem aperfeiçoar o diagnóstico utilizando casos armazenados e comparando-os com o atual.

1 Cristina Corrêa de Oliveira, aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1.212, CEP 04026-002 - São Paulo-SP - Brasil, crisolive@ig.com.br

2 Marcelo Nogueira, Coordenador Pedagógico dos Cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação; Coordenador do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Engenharia de Software. Universidade Paulista, Rua Antonio de Macedo, 505, CEP 03087-040 - Parque São Jorge - São Paulo-SP - Brasil, marcelo@noginfo.com.br

3 Fábio Vieira do Amaral, Professor da Universidade Paulista, Rua Antonio de Macedo, 505, CEP 03087-040 - Parque São Jorge - São Paulo-SP - Brasil, favamaral@gmail.com

4 Mariano Sergio Pacheco de Ângelo, aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1.212, CEP 04026-002 - São Paulo-SP - Brasil, mariano.angelo@ig.com.br

5 Bárbara S. Gutierrez, aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1.212, CEP 04026-002 - São Paulo-SP - Brasil, ba.gutierrez@yahoo.com.br

6 Mario S. Quinello, aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1.212, CEP 04026-002 - São Paulo-SP - Brasil, marioquinello@hotmail.com

7 Jair Minoro Abe, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, Rua Dr. Bacelar, 1.212, CEP 04026-002 - São Paulo-SP - Brasil, jairabe@uol.com.br

Esta técnica é indicada quando há imprecisão e, principalmente, contradições, em maior ou menor grau, das informações e utiliza similaridades na busca. A lógica paraconsistente permite analisar os sintomas e a patologia da depressão, quantificando a subjetividade dos sintomas e determinando a similaridade da apresentação feita pelo paciente com a base de casos. Este artigo propõe o uso da lógica paraconsistente para o tratamento de similaridades entre os casos.

Palavras-chave: Lógica paraconsistente anotada evidencial $E\tau$, Raciocínio Baseado em Casos

Introdução

Depressão ou transtorno de humor tornou-se um problema de saúde pública, pois uma a cada duas pessoas apresenta transtornos mentais ao longo da vida. A OMS (Organização Mundial da Saúde) prevê a depressão como a segunda maior causa de incapacidade no trabalho no ano de 2020. O Brasil investirá, no ano 2011, 1,5 bilhões na Política de Saúde Mental, pois no ano 2010, foi concedido auxílio-doença pela previdência [1] a 95 mil trabalhadores por transtornos de humor e 55 mil destes trabalhadores apresentaram sintomas de quadro depressivo. Este projeto visa a construção de um software de apoio a decisão utilizando Raciocínio Baseado em Caso (RBC) juntamente com a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, facilitando o diagnóstico da depressão.

Depressão

Depressão é uma variação do humor que afeta as pessoas na idade adulta, prejudicando a qualidade de vida da população economicamente ativa, o que torna a doença onerosa com a incapacitação do indivíduo, levando 38,5% das pessoas com depressão ao suicídio. A depressão é classificada como transtorno do humor e possui vários sintomas e sinais como: humor deprimido, perda de energia e interesse, sentimento de culpa, dificuldade para concentrar-se, perda de apetite e tendências suicidas. Outros sinais e sintomas incluem alterações nos níveis de atividades com perda da produtividade no trabalho, capacidade cognitiva diminuída e alteração das funções vegetativas, como sono, apetite, atividade sexual e outros ritmos biológicos. Essas mudanças impactam na vida social, interpessoal e, principalmente, na vida ocupacional já que um indivíduo com depressão tende a ter mais faltas mensais. Uma [2] queixa, com alto índice de relato, é a diminuição de energia resultando em dificuldades para terminar tarefas, baixo comprometimento no trabalho e motivação diminuída para assumir novos projetos. Concomitantemente há o agravamento de doenças médicas coexistentes, como diabetes, hipertensão, doenças pulmonares obstrutivas e cardiopatia. O diagnóstico da

depressão depende das categorias e das manifestações de determinados sintomas, o que torna seu diagnóstico e tratamento complexos.

Diagnósticos da Depressão

A elaboração do diagnóstico de depressão tem como principal objetivo determinar a presença ou a ausência de um conjunto de características clínicas. Segundo [3], a avaliação dos sintomas, no caso da depressão, é essencial para a elaboração do diagnóstico. As escalas de avaliação da depressão ajudam na avaliação dos sintomas e na elaboração do próprio diagnóstico.

As escalas da avaliação de depressão variam de questionários respondidos pelos pacientes, denominadas autoavaliação, as que são aplicadas por observadores, e as híbridas (autoavaliação e observador). A autoavaliação requer julgamento do próprio paciente, ou de uma pessoa próxima que o conheça bem, e apresenta a vantagem de ser econômica com relação ao tempo ao ser aplicada por uma equipe de saúde. Uma desvantagem é que o próprio paciente deve fornecer informações sobre seu humor e, principalmente, seus sentimentos, sendo sua confiabilidade limitada, pois pressupõe que o paciente consiga avaliar a gravidade dos seus sintomas e aceite o tratamento.

A escala de Avaliação da Depressão de Hamilton [2] é uma avaliação aplicada por avaliadores treinados e consiste em 17 a 24 itens, sendo cada item classificado de 0 a 4 ou de 0 a 2, com uma pontuação variando de 0 a 76. Essa escala é feita através de entrevista clínica com o paciente, com uma abordagem sobre sentimentos de culpa, suicídio, hábitos de sono, sintomas somáticos e, finalmente, uma análise do desempenho no trabalho e atividades.

É importante destacar [3] que a Escala de Avaliação da Depressão de Hamilton não fornece pontos de corte para os indicativos dos graus de gravidade da depressão: leve, moderada, grave. Segundo [4] a entrevista não possui padrões e depende do conhecimento e da habilidade do entrevistador na quantificação dos escores de cada item. Existe um consenso [4] que escores acima de 25 identificam depressão grave, entre 18 e 24 representam depressão moderada, entre 7 e 17 indicam depressão leve, e escores menores que 7 definem ausência de depressão.

Raciocínio Baseado em Casos e Lógica Paraconsistente

Sistemas de apoio à decisão [8] são programas capazes de reproduzir o raciocínio empregado na tomada de decisão de um especialista em frente a um problema. O Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é um paradigma da Inteligência Artificial utilizado para solucionar novos problemas [9]-[10]

utilizando problemas e soluções anteriores, utilizando situações similares, reutilizando e adaptando as informações e conhecimentos.

Um sistema que utiliza RBC deve ter um repositório de casos ou base de casos e uma máquina de inferência. Caso é [6] um fragmento de conhecimento contextualizado que representa uma experiência ou episódios concretos. O conhecimento advém de análises de dados; do conhecimento tácito baseado na experiência dos especialistas.

As [5] características básicas de um sistema RBC são a representação do conhecimento que é caracterizado na forma de casos que descrevem experiências concretas; medidas de similaridades entre o caso atual e os casos armazenados na base; adaptação dos casos para os novos problemas baseados nos casos armazenados na base e, finalmente, o aprendizado que representa o conhecimento atualizado. A etapa de recuperação tem como objetivo encontrar um caso ou casos que apresentem uma solução útil para o problema atual. Um caso é útil se ele é similar ao caso atual. A medida de similaridade é utilizada para calcular a similaridade entre o caso atual e os casos da base de casos, sendo aplicada par a par. Após a aplicação da medida de similaridade, os casos são ordenados de acordo com o seu valor de similaridade e os casos mais similares são apresentados como possíveis soluções para o problema atual. A medida de similaridade é a formalização de um modelo matemático concreto.

O tratamento da similaridade deve tratar as inconsistências, imprecisões e incertezas entre os casos. A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ [9] parte do princípio de que é possível estabelecer, numa escala de 0 a 1, graus de evidência favorável e evidência desfavorável para as comparações entre dois casos. Existem casos em que as proposições podem ser verdadeiras e as inferências são ilegítimas, portanto, argumentos válidos podem ter conclusões verdadeiras ou falsas. A aplicação armazenará os casos com as características da patologia e as características apresentadas pelos pacientes, e a lógica [7] paraconsistente permitirá a comparação entre os sintomas e a patologia da depressão, mensurando os graus de evidência favorável e desfavorável entre um sintoma e os casos armazenados, determinando a similaridade da apresentação feita pelo paciente com a base de casos.

Referências

[1] BRASIL, MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA, Acompanhamento Mensal dos Benefícios Auxílios-Doença Previdenciários Concedidos segundo os códigos da CID-10 – Janeiro a Dezembro de 2010. Disponível em: <<http://www.previdenciasocial.gov.br/conteudoDinamico.php?id=502>>. Acesso em: 8 mar. 2011.

- [2] KAPLAN, H. I.; SADOCK, B. J.; GREBB, J. A. **Compêndio de Psiquiatria: Ciências do Comportamento e Psiquiatria Clínica**. 7. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 1.169 p.
- [3] CALIL, H. M.; PIRES, M. L. **Aspectos gerais das escalas de avaliação de depressão**. Vol 25, N. 5, Setembro / Outubro de 1998.
- [4] MORENO, R. A.; MORENO, D. H. **Escalas de depressão de Montgomery & Åsberg (MADRS) e de Hamilton (HAM-D)**. Vol 25, No 5, Setembro / Outubro de 1998.
- [5] von WANGENHEIM, C. G.; von WANGENHEIM, A. **Raciocínio Baseado em Casos**. Curitiba: Editora Manole, 2003. Vol. 1. 296 p.
- [6] AAMODT, A.; PLAZA, E. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. **AI Communications**. Vol. 7: 1, pp. 39-59, 1994.
- [7] DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Fundamentos das redes neurais artificiais paraconsistentes: destacando aplicações em neurocomputação**, São Paulo: Arte & Ciência, 2000.
- [8] RAZZOUK, D.; SHIRAKAWA, I.; MARI, J. J. Sistemas inteligentes no diagnóstico da esquizofrenia, **Revista Brasileira Psiquiatria**. Vol 22, pp 35 a 37, 2000.
- [9] LÓPEZ, B.; PLAZA, E. *Case-based learning of plans goal states in medical diagnosis*, **Artificial Intelligence in Medicine** 1997, Vol. 9, pp.29-60.
- [10] MÁNTARAS, R. L.; PLAZA, E. *Case-Based Reasoning: An Overview*. **AI Communication**. 10(1): 21-29, 1997.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ e Raciocínio Baseado em Caso: Uma Ferramenta para Diagnóstico da Depressão

Autores: C. C. Oliveira; M. Nogueira; F. V. Amaral; M. S. P. Angelo; B. S. Gutierrez; M. S. Quinello; J. M. Abe

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Conference on Engineering and Computer Education, ICECE 2011*

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 154-156

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

MANUAL DIGITAL COMO ALTERNATIVA AO PAPEL NO AUMENTO DA FROTA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES

Mário de Souza Nogueira Neto (FATEC-RL) mnogueira@fei.edu.br

José Luis Alves de Lima (FEI) proflima10@gmail.com

Amanda Carvalho de Souza Nogueira (MACKENZIE) amandanog@terra.com.br

José Benedito Sacomano (UNIP) sacomano@terra.com.br

Resumo: Os recursos naturais do planeta devem ser utilizados de forma sustentável para produzir melhores condições de vida para a humanidade. Porém, aquilo que possa ser realizado de maneira a economizar tais recursos deve ser estudado e considerado com o objetivo de reduzir a degradação ambiental. Esse trabalho questiona a necessidade da existência do manual do proprietário de veículos automotores na forma impressa e amplamente utilizada na atualidade. Partindo de uma pesquisa realizada entre proprietários de veículos, verificou-se a utilização efetiva de tais manuais e possíveis alternativas a forma impressa atualmente comercializada. Os números encontrados revelam que poucos leem o material inteiro e que a maior parte dos usuários lê apenas os tópicos relativos à suas dúvidas deixando parte do material impresso sem leitura.

Palavras-chave: Manual do proprietário, Veículos automotores, Mídia digital.

DIGITAL MANUAL AS AN ALTERNATIVE TO PAPER TO INCREASE THE FLEET OF VEHICLES

Abstract: The planet's natural resources should be used sustainably for produce better living conditions for mankind. But what can be conducted in order to conserve such resources should be studied and considered in order to reduce environmental degradation. This work questions the necessity of the vehicle owner's manual automotive in print and widely used today. A survey was conducted between vehicle owners and found the effective use of such manuals and possible alternatives to currently marketed in print. The figures obtained show that few read the whole material and that most users read only the topics related to your questions leaving part of the printed material without reading.

Key-words: Owner's Manual, Automotive vehicles, Digital Media

1 Introdução

O crescimento da indústria automobilística brasileira vem sendo observado de maneira acentuada no final da primeira década do século 21.

O Brasil, detentor de um dos maiores mercados automobilísticos do mundo, tinha uma frota de veículos em 2009 de 29.643.000 unidades segundo o Anuário Anfavea 2010. Ressalta-se que o Brasil é um país emergente com um dos veículos mais caro do mundo e com uma considerável parte da população sem condições financeiras para acessar e manter esse tipo de bem.

Para cada veículo produzido e vendido no Brasil e no mundo um manual do proprietário é igualmente produzido tendo por finalidade acompanhar o equipamento e instruir seu proprietário sobre as características do bem adquirido.

Considerando as características dimensionais, sociais e populacionais do Brasil e considerando-se, ainda, que se trate de um país com previsões de desenvolvimento econômico e social, espera-se que uma quantidade grande de veículos automotores tomará suas ruas, campos e estradas nos próximos anos. Isso significará uma produção equivalente de manuais de proprietário dos respectivos equipamentos que passarão a habitar nossas áreas de circulação. Essa realidade envolve uma questão: os proprietários desses equipamentos utilizam de forma intensa esses manuais dos seus veículos?

Os manuais podem até passar despercebidos diante do universo que envolve a produção e venda de veículos automotores. Porém, esses manuais têm por matéria-prima principal o papel e, caso não sejam plenamente utilizados, podem representar um desperdício ou mal uso de recursos naturais.

Para Dalé *et al* (2010, p. 6) “a capacidade de produção mundial precisa ser mais eficiente na utilização dos recursos humanos e naturais com o propósito de contribuir para um desenvolvimento social e ambiental”.

Esse trabalho apresenta uma pesquisa realizada junto a um grupo de proprietários de veículos automotores para detectar a intensidade de seu relacionamento com o manual do proprietário de seus veículos. Estando no século 21 onde a comunicação por meio de mídia eletrônica faz parte da vida das pessoas e que a tecnologia embarcada nos veículos já atinge níveis compatíveis com novas soluções para informações sobre o uso e as funcionalidades dos veículos automotores, pode-se questionar, no intuito de poupar recursos naturais, o formato tradicional desses manuais atualmente confeccionados em papel.

2 O Marketing

2.1 Definições

Para Kotler e Keller (2006, p. 4) “o marketing envolve a identificação e a satisfação das necessidades humanas e sociais, Para defini-lo de maneira bem simples, podemos dizer que ele supre necessidades lucrativamente”.

Conforme Maximiano (2006, p. 6) “o objetivo básico da função de marketing é estabelecer e manter a ligação entre a organização e seus clientes, consumidores, usuários e público-alvo.

A organização procura a sobrevivência no que diz respeito à fidelização de seus clientes, para isso precisa conhecer conceitos como o marketing, que de acordo com Richers (2000) “marketing é simplesmente a intenção de atender e entender o mercado”. Sendo assim, ele está evidente em toda a empresa, atuando de forma sistêmica em todos os setores.

A definição de administração de marketing para Kotler e Armstrong (2003, p.9) é:

Como a análise, o planejamento, a implantação e o controle de programas desenvolvidos para criar, construir e manter trocas benéficas com compradores-alvo para que sejam alcançados os objetivos organizacionais. Assim, administração de marketing envolve administração de demanda, que por sua vez envolve administração dos relacionamentos com os clientes.

Kotler e Armstrong (2003, p. 96) afirmam que:

Sabe-se também que, dentro de um processo de marketing as necessidades, desejos, demandas, produtos, valor, satisfação, qualidade, troca, transações, relacionamentos e mercados são conceitos centrais, que além de estarem interligados são importantes, pois estão intimamente ligados às necessidades humanas, que por sua vez, é o conceito básico e inerente ao marketing, já que pela própria constituição do homem as necessidades são múltiplas e diversificadas.

Segundo Las Casas (2001, p.26), a definição de marketing é:

Marketing é a área do conhecimento que engloba todas as atividades concernentes às relações de troca, orientadas para a satisfação dos desejos e necessidades dos clientes, visando alcançar determinados objetivos de empresas ou indivíduos e considerando sempre o meio ambiente de atuação e o impacto que essas relações causam no bem estar da sociedade.

2.2 As atividades de serviço

Para Corrêa e Caon (2002, p.23) “a importância das atividades de serviços na economia ocidental apresenta uma ciclicidade histórica interessante: elas existem, enquanto categoria de atividade

econômica desde a Grécia clássica”. Ainda, segundo os mesmos autores, já na baixa idade média os serviços de transporte de produtos diversos e tecidos pela Rota da Seda, que atravessava a Europa e o Oriente até a China, fizeram a riqueza de cidades-estados, como Veneza, chegando a ser a atividade economicamente mais importante de países inteiros onde podem ser incluídos Portugal e Holanda.

Lovelock e Wright (2001, p. 5) definem serviço como “atividades econômicas que criam valor e fornecem benefícios para clientes em tempos e lugares específicos, como decorrência da realização de uma mudança desejada no ou em nome do destinatário do serviço”.

Para Zeithaml e Bitner (2003, p. 41), “todos os agentes humanos que desempenham um papel no processo de execução de um serviço e, nesse sentido, influenciam as percepções do comprador, nominalmente, os funcionários da empresa, o cliente e outros clientes no ambiente de serviços”.

3 Evoluções das Vendas de Veículos no Brasil

Borba (2008) ressalta que enquanto no Brasil em média há 4,4 veículos por km², nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro esta relação é, aproximadamente, doze vezes superior. Elevadas concentrações de veículos com pouca infraestrutura viária compõem uma fórmula potencialmente forte para a geração de congestionamentos.

O desenvolvimento econômico ocorre em ambientes institucionais, por meio de atividades produtivas, negociações virtuais, redes de relacionamento, cadeias de suprimento além de uma série de estruturas tão possíveis quanto maior for a tecnologia empregada. Percebe-se a inerência da atividade inovadora em todos os processos envolvidos, (MUNCK *et al*, 2010, p. 3).

Matéria publicada no jornal Folha de São Paulo (2011) ressalta que a taxa de investimento brasileira está entre as mais baixas do mundo emergente e muito aquém do necessário para garantir um crescimento de 5,5% ao ano. Investimentos em infraestrutura logística são necessários para manter um bom escoamento do sistema produtivo e evitar as perdas provocadas por filas de espera e congestionamentos reduzindo a emissão de poluentes e desgastes desnecessários e prematuros dos veículos.

Segundo o Anuário da Indústria Automobilística Brasileira (2010), o Brasil tem 29.643.000 veículos automotores sendo que, deste total, 23.612.000 são automóveis, 3.936.000 são comerciais leves, 1.635.000 caminhões e 460.000 ônibus. São Paulo é o estado que detém a maioria desses veículos sendo 36,32% do total de automóveis e 35,10% do total geral de veículos, segundo o mesmo anuário.

O site G1 (2010) divulga dados fornecidos pela Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores, FENABRAVE, o volume de vendas de veículos novos do ano de 2009 representou um aumento de 11,35% de aumento em relação ao ano de 2008.

O Valor On-Line (2011) divulga dados da FENABRAVE revelando um crescimento de 11,91% das vendas de veículos novos sobre os números de 2009.

Como previsão, divulga a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, ANFAVEA, por meio do site do Estado de São Paulo (2011) que o crescimento das vendas de veículos novos em 2011 deve ser de 5,2%.

O Estado de São Paulo (2011) publica que a frota paulistana de veículos deve atingir o número de sete milhões ainda no mês de março de 2011. Comenta-se ainda, na mesma matéria, que na década de 70 do século passado a região tinha aproximadamente 965.000 carros e dispunha de 14.000 quilômetros de ruas e para a quantidade atual de veículos dispõe de 17.000 quilômetros de ruas. Esses números, segundo a matéria publicada, indicam um crescimento de 725% de carros para 20% a mais de ruas.

4 O manual do proprietário de veículos automotores

A existência do manual do proprietário de veículos automotores é fundamentalmente importante para que os usuários do produto possam estar corretamente informados sobre suas funcionalidades.

Cuidados necessários para a conservação oferecem vida mais longa ao veículo. As revisões evitam a ocorrência de danos futuros garantindo economia de recursos. Realizar revisões garante a segurança tanto para viagens de longa distancia quanto para o uso diário do veículo na cidade.

A leitura do manual proporciona ao proprietário do veículo uma noção básica do seu funcionamento. O manual não fará do usuário um mecânico especializado, mas, transmitirá noções básicas para que se possa exigir o serviço correto do profissional especializado.

Assim torna-se claro a importância da leitura do manual, que indicará quando necessário realizar revisões e trocas para garantir o pleno funcionamento do veículo.

A leitura do manual de automóveis é um problema para os brasileiros ao mesmo tempo em que, não fazê-lo representa um risco. Sem ler o manual os proprietários dos veículos acabam desconhecendo funções importantes de seus automóveis. A leitura do manual poderia evitar uma série de equívocos e folclores que envolvem desde a mistura de combustíveis nos carros flex, até a forma correta de apertar os parafusos das rodas de liga leve.

A falta de leitura em geral é um problema no Brasil. Números do IBGE comprovam, lemos em média 1,2 livros por ano, número muito abaixo do registrado em países como França, Alemanha e

até a Argentina. Na cultura do brasileiro e na sua história está, provavelmente, a explicação desse desempenho.

Podem ser exemplificados alguns extensos manuais:

Um manual observado, de um fabricante europeu, por exemplo, traz 260 páginas à disposição do motorista, sem contar com a bibliografia suplementar manual do sistema de som, livreto de manutenção e garantia, instruções do sistema de monitoramento, manual de segurança no trânsito e lista de rede autorizada.

– Outro fabricante não fica atrás ao oferecer vasta literatura sobre a sua principal linha, em um manual com mais de 300 páginas e outros três livros adicionais.

A elaboração do manual do proprietário é um processo complexo no lançamento de um veículo novo abordando diversas áreas da empresa como: assistência técnica, desenvolvimento (engenharia), marketing e departamento jurídico.

As montadoras decidem o processo de criação de seus manuais. Segundo um fabricante ouvido, seus técnicos preparam os textos em softwares e direcionam aos profissionais que farão as ilustrações. Ao final o material diagramado e revisado segue para gráfica.

Dessa forma consegue-se entender a ausência da leitura dos manuais, não só por um problema de cultura do brasileiro, mas, esses manuais possuem linguagem técnica de difícil compreensão e são extensos também porque atualmente os automóveis são complexos.

Dessa forma esse trabalho defende os pontos positivos de um manual interativo ainda de utilização restrita na indústria automobilística.

4.1 O manual interativo

O manual interativo tem como função fornecer as informações necessárias para o proprietário do veículo, de forma dinâmica e interativa. Pretende comunicar ao usuário dados sobre manutenção, garantia e estrutura de atendimento, além de dados sobre o funcionamento e estrutura do pós-venda. Ainda é possível ter uma visão geral sobre o veículo e as tecnologias aplicadas, conforme publicado por uma montadora.

A montadora Honda foi uma das pioneiras, no Brasil, com o desenvolvimento do manual interativo para o modelo New Fit. Lançado no ano de 2009, de acordo com a própria empresa, no ato da compra do carro o cliente recebe o novo manual, um diferencial que aumenta o nível de satisfação do cliente.

Logo após a Honda lançar a ideia a Renault aderiu a conceito para alguns de seus carros como Sandero, Sandero Stepway, Logan, Megane Sedan e Megane Grand tour. O projeto da montadora

propicia ao cliente um aumento da interatividade com seu carro. As informações de utilização e características são concedidas ao proprietário de forma simples com linguagem de fácil entendimento, por meio de simulação de situações corriqueiras e soluções práticas.

A decisão da empresa de lançar o DVD interativo foi perceber que seus consumidores não leem o manual por completo. Contatou-se que parte das ligações feitas aos 0800 era para esclarecer dúvidas de coisas que estão nos manuais convencionais.

Assim percebe-se que a ideia inicial de criar um manual interativo, é um diferencial para empresas, uma vez que o nível de satisfação do cliente será maior, possibilitará ao mesmo permanecer informado sobre funções, manutenções, dentre outras atividades necessárias para o bom uso do veículo por meio de explicação mais simples interativa e dinâmica. E reduzirá os gastos dos fabricantes com ligações que recebem para o seu pós-venda.

Outra substancial vantagem do manual interativo é a grande economia de papel reduzindo, dessa forma, a utilização de recursos naturais.

5 Procedimentos metodológicos

Foi desenvolvida nesse trabalho uma pesquisa mercadológica descritiva. Tal pesquisa foi realizada no Brasil durante os anos de 2009 e 2010.

Para Boyd & Westfall (1978) “Pesquisa mercadológica é a coleta, registro e análise de todos os fatos referentes aos problemas relacionados à transferência e venda de mercadorias e serviços do produtor ao consumidor”.

A pesquisa mercadológica pode ser útil para descobrir novas oportunidades que possam ser exploradas com sucesso e para descobrir meios mais eficientes de especular oportunidades conhecidas. Pode ser classificada como uma ferramenta de auxílio na obtenção de dados, procurando no mercado respostas que possam assessorar na tomada de decisão da empresa.

O tipo de pesquisa empregada é a descritiva, sendo a mais adequada para a conclusão desse trabalho, pois, pode-se descobrir e notar fenômenos procurando descrever, classificar e interpretar os dados obtidos.

O método escolhido e utilizado como instrumento de coleta de dados foi um questionário enviado via internet, pela versatilidade, velocidade e custo proporcionados.

O questionário é o estruturado de perguntas fechadas, por possibilitar facilidade em coletar, tabular e interpretar os resultados obtidos para uma análise mais concreta e exata.

O questionário foi elaborado de forma a atender os objetivos da pesquisa e, por meio de um programa especializado em pesquisas via internet enviada por indicação a amigos, professores e

colaboradores. Justifica-se a forma não probabilística da pesquisa por ser a maneira mais adequada e segura para se obter dados mais confiáveis para o estudo em questão.

A dificuldade encontrada nessa pesquisa foi a falta de interesse e cooperação por parte dos que foram convidados a participar da pesquisa. Dos 440 questionários enviados, foram obtidas respostas de 184 respondentes.

6 Análise dos resultados da pesquisa

Após coletados os dados foi constatado um número maior de clientes do sexo masculino. Dos 184 pesquisados, 83 são do sexo feminino e 101 do sexo masculino.

A partir das informações coletadas conclui-se que no mercado automobilístico o número de homens que adquirem automóveis ainda é predominante. A porcentagem de mulheres, 45,1% do total de respondentes, mostra-se muito próxima da masculina devendo ter tendência de crescimento.

No gráfico 1 a ilustração da porcentagem obtida.

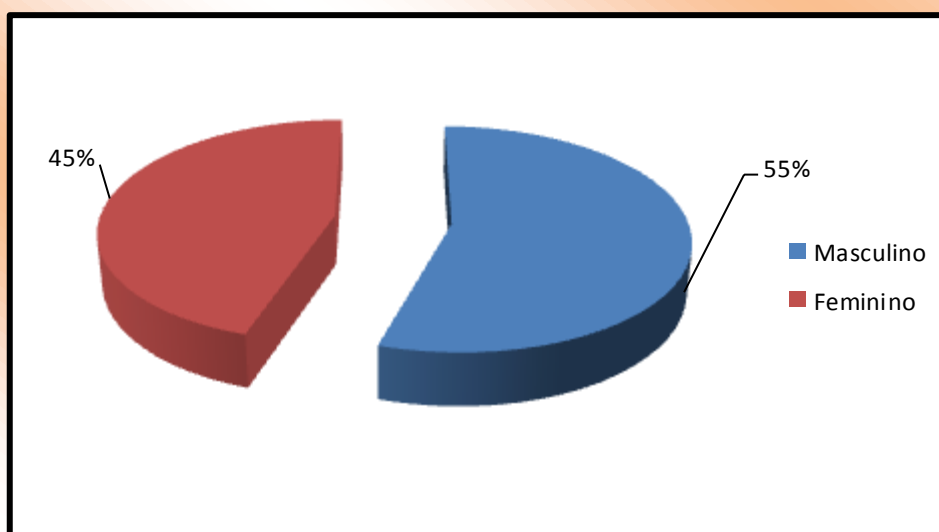


Gráfico 1 – Gênero dos pesquisados.

Fonte : Resultado da pesquisa

Na pesquisa foi evidenciada a idade dos participantes.

Os resultados obtidos foram que 100 pessoas estão na faixa etária entre 18 e 30 anos, e 84 pessoas com mais de 30 anos.

No gráfico 2, os resultados em porcentagem.

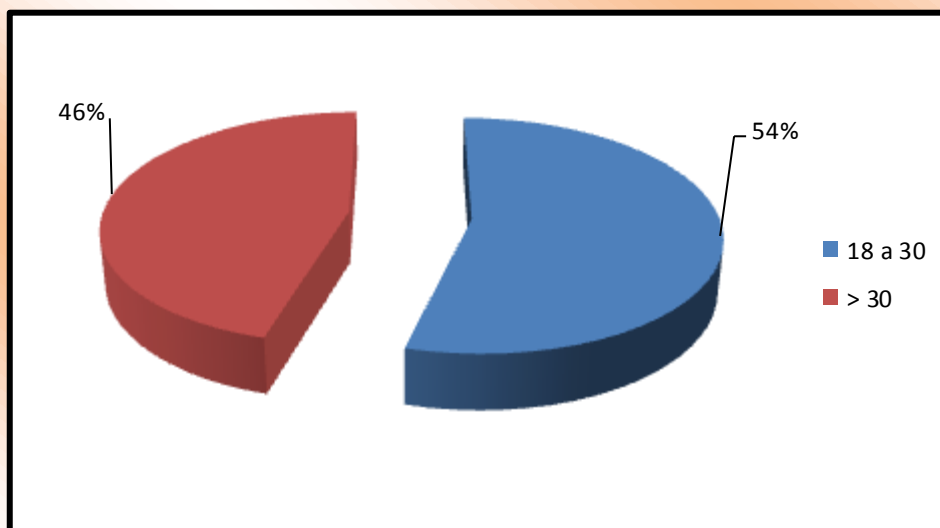


Gráfico 2 – Faixa etária dos respondentes

Fonte: Resultado da pesquisa

Na pesquisa os dados obtidos foram: 7 pessoas com ensino médio, 96 pessoas com ensino superior incompleto, 38 pessoas com ensino superior completo e 43 pessoas com pós graduação / especialização /mestrado/doutorado.

O objetivo de apurar a escolaridade dos respondentes foi evitar que concentrações de pessoas com baixa escolaridade, por se tratar de leitura, pudesse influenciar os resultados da pesquisa.

No gráfico 3, está o grau de escolaridade em porcentagem.

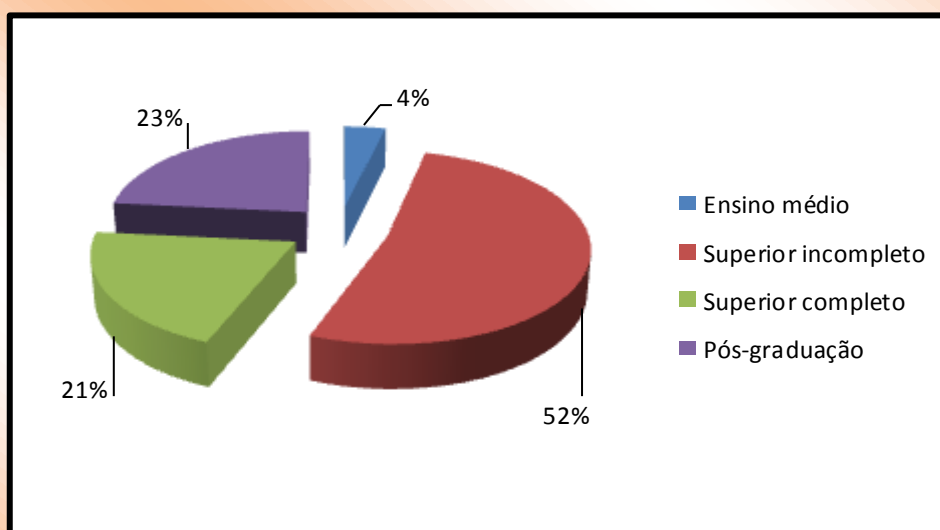


Gráfico 3 – Grau de escolaridade

Fonte: Resultados da pesquisa

No questionamento principal, ou seja, a pergunta que foi o foco da pesquisa foi: você costuma ler o manual do proprietário do seu veículo? Como possibilidades de resposta os respondentes tinham: não, parcialmente, só no que julgo necessário e totalmente.

A tabela 1, a seguir, ilustra a concentração de respostas obtidas por gênero.

	Masculino	Feminino	Total
Não Lê	8	21	23
Parcialmente / somente o que julgo importante	66	47	113
Lê Totalmente	27	15	48
Total	101	83	184

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 1 – Resultados sobre o uso do manual por gênero

Na tabela 2 observa-se os resultados por faixa etária.

	18 a 30	>30	Total
Não Lê	17	6	23
Parcialmente / somente o que julgo importante	62	51	113
Lê Totalmente	22	26	48
Total	17	34	184

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 2 – Resultados por faixa etária

Apenas 48 pessoas entre as pesquisadas costumam ler o manual totalmente, o que equivale a 26% do total. Na obtenção dos resultados foi verificado que um número maior de mulheres não lêem o manual. Na faixa etária que encontramos um maior número de pessoas que não lêem o manual é entre 18 a 24 anos.

O gráfico 4, a seguir, ilustra a distribuição percentual dos resultados obtidos na pesquisa.

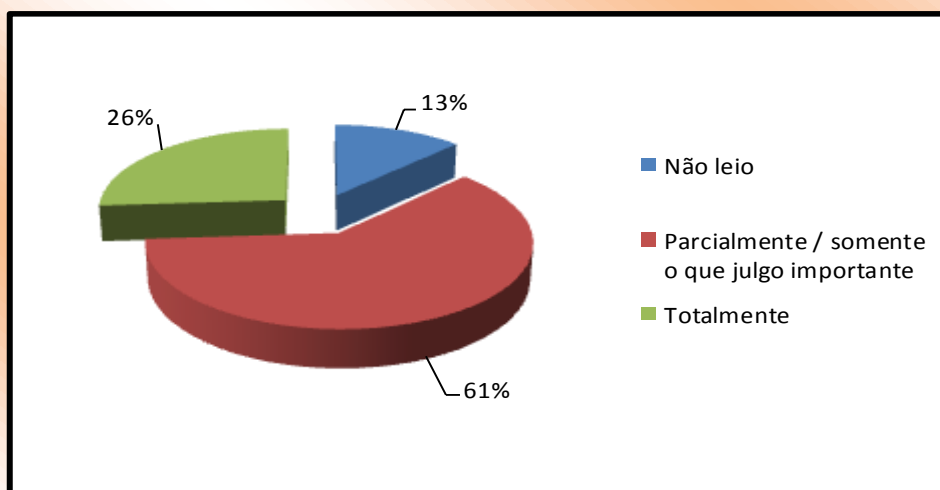


Gráfico 4 – Resultado porcentual do uso do manual

Fonte: Resultados da pesquisa

Pode ser observado no gráfico 4 que 61% das respostas concentram-se em “somente o que julgo importante”. Um manual interativo poderia por meio de um índice, inclusive, facilitar tal pesquisa, pois, o usuário, diante de uma consulta, seria conduzido diretamente para a resposta pretendida.

7 Considerações finais

O Brasil desfrutou de considerável crescimento na primeira década do século 21. Nada indica que o desenvolvimento do país deva ter seu ritmo fortemente reduzido. Um dos segmentos que deverá continuar crescendo é o de veículos automotores.

A pesquisa realizada aponta para pouca utilização do manual do proprietário dos veículos automotores. Poucos responderam que leem totalmente o manual ficando a grande concentração com aqueles que declararam que leem apenas o que interessa.

Existe uma grande utilização de papel envolvida na confecção dos manuais impressos consumindo, forçosamente, recursos naturais que poderiam ser poupados caso a apresentação das informações fosse por meio de mídia digital.

Com a evolução da tecnologia da informação e monitores de *Liquid Crystal Display* (LCD) ou *Light-emitting Diode* (LED), acredita-se que no mesmo espaço reservado ao *Global Positioning System* (GPS) hoje presente nos modelos mais luxuosos, poder-se-ia ter o manual digital interativo.

Acredita-se ainda que tal recurso facilitaria a consulta, por parte dos proprietários, das principais funções de seus veículos, além de gerar grande e crescente economia de recursos naturais.

Referências

- ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, 2011. Disponível em <http://www.anfavea.com.br/Index.html>, acesso em Jan. 2011.
- Anuário da Indústria Automobilística Brasileira, 2010, disponível em <http://www.anfavea.com.br/anuario.html>, acesso em Out./2010.
- BORBA, B. S. M. C., 2008. Metodologia de Regionalização do Mercado de Combustíveis Automotivos do Brasil, Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, disponível em <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/bsborba.pdf>, acesso em 28/01/2011.
- BOYD JR, H. W.; WESTFALL, R. Pesquisa Mercadológica: texto e casos. 3.ed. São Paulo, 1978.
- CORRÊA, H. L., CAON, M. 2002. Gestão de Serviços, Lucratividade por meio de operações e satisfação dos clientes. Atlas, São Paulo.
- DALÉ, L. B. C., et al. Análise da incorporação da sustentabilidade em Cadeias de Suprimentos industriais do RS, In Anais SIMPOI 2010, FGV, São Paulo, 2010, disponível em http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2010/artigos/E2010_T00180_PCN79997.pdf, acesso em 10/02/2011.
- FOLHA DE SÃO PAULO, 2011. Investimento é o 3º menor entre os emergentes. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/me0403201105.htm>, acesso em Março de 2011.
- G1, 2011. Indústria automobilística encerra 2009 com crescimento de 11,35% das vendas. Disponível em <http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1434632-9658,00-INDUSTRIA+AUTOMOBILISTICA+ENCERRA+COM+CRESCIMENTO+DE+DAS+VENDAS.html>, acesso em 10/01/2011.
- JORNAL ESTADO DE SÃO PAULO, 2011. ANFAVEA prevê alta de 5,2% nas vendas de veículos em 2011. Disponível em <http://economia.estadao.com.br/noticias/economia+brasil,anfavea-preve-alta-de-52-nas-vendas-de-veiculos-em-2011,46365,0.htm>, acesso em Jan. 2011.
- _____, 2011. Frota de SP chega neste mês a 7 milhões. Disponível em http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20110303/not_imp686964,0.php, acesso em Março de 2011.
- KOTLER, P., ARMSTRONG, G. 2003. Princípios de marketing. 9.ed. Prentice-Hall, São Paulo.
- KOTLER, P., KELLER, K. L. 2006. Administração de marketing, 12 ed., Prentice Hall, São Paulo.
- LAS CASAS, A. L. 2001. Marketing: conceitos, exercícios e casos. 5. ed. Atlas, São Paulo.
- LOVELOCK, C.; WIRTZ, J. 2006. Marketing de services. 5 ed. Pearson, São Paulo.
- MAXIMIANO, A. C. A. 2006. Introdução a Administração, edição compacta, Atlas, São Paulo.

MUNCK, L., SOUZA, R. B., ZAGUI, C. A gestão por competências e sua relação com ações de sustentabilidade. In Anais SIMPOI 2010, FGV, São Paulo, 2010, disponível em http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2010/artigos/E2010_T00079_PCN32093.pdf, acesso em 11/02/2011.

RICHERS, R. 2000. Marketing: uma visão brasileira. Negócio, São Paulo.

VALOR ON-LINE, 2011. Vendas de veículos novos batem recorde em 2010, aponta FENABRAVE. Disponível em <http://www.valoronline.com.br/online/veiculos/4943/364125/vendas-de-veiculos-novos-batem-recorde-em-2010-aponta-fenabrave>, acesso em Jan. 2011.

ZEITHALM, V. A., BITNER, M. J. 2003. Marketing de services, 2 ed., Artmed Editora, Porto Alegre.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Manual Digital como Alternativa ao Papel no Aumento da Frota de Veículos Automotores

Autores: M. de S. Nogueira Neto, J. B. Sacomano

Coautores: J. L. A. de Lima, A. C. de S. Nogueira

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Congresso Internacional de Administração - ADM 2011

Local da Publicação: Ponta Grossa, PR, Brasil

Mês e Ano da Publicação: setembro 2011

Total de páginas: 8 p.

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operações

Linha de Pesquisa: Planejamento e Controle da Produção de Redes de Empresas

Projeto de Pesquisa: Planejamento e Controle da Produção em Redes de Empresas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

MODELO DE NEGÓCIO DE *SOFTWARE*: ANÁLISE DE INOVAÇÃO NO CASO BRASILEIRO

Fábio Luís Pereira¹, Fábio Vieira do Amaral², Amanda Luiza dos Santos Pereira³,
Marcelo Nogueira⁴, Oduvaldo Vendrametto⁵, Jair Minoro Abe⁶

Abstract: This article is centered on the discussion about the possibilities of innovation in the brazilian software industry given its importance globally. Thus, besides seeking a satisfactory understanding of aspects of innovation, is also directed to the understanding of the particular national context in relation to the environments of other countries, especially the non-core. It is therefore that, methodologically, it is a comparative study based on the models adopted by India, Israel and Ireland, based on literature. Without intending to exhaust the discussions on the subject, came to a first approximation of the possibilities offered by the Brazilian reality, taking advantage of the experience of the cases investigated.

Index Terms: Free Software, Open Source, Public Policy.

Introdução

A preocupação global com a indústria de software pode ser compreendida por meio dos mais diversos argumentos: A convergência digital é uma realidade, os aspectos tecnológicos são cada vez mais fundamentais a partir de pontos de vistas diferentes, tais como o econômico e o social, mas principalmente nota-se a importância do software em uma dupla-ação, já que é possível pensá-lo como produto final (a ser consumido/usado, sendo este o fim da aquisição do mesmo) ou como meio produtivo, ferramenta necessária ao desenvolvimento de outras atividades produtivas.

Neste sentido, identifica-se a centralidade do software no que se refere às tecnologias da informação, uma vez que dele se originam efeitos, mesmo que indiretos, no desempenho de inúmeras outras atividades [1].

1 Fábio Luís Pereira, Mestrando em Engenharia de Produção, Unip, Rua Dr. Bacelar, 1212, 04026-002, Vila Clementino - São Paulo - SP, Brazil, f.luis01@gmail.com

2 Fábio Vieira do Amaral, Doutorando em Engenharia de Produção, Unip, Rua Dr. Bacelar, 1212, 04026-002, Vila Clementino - São Paulo - SP, Brazil, favamaral@gmail.com

3 Amanda Luiza dos Santos Pereira, Unip, Rua Dr. Bacelar, 1212, 04026-002, Vila Clementino - São Paulo - SP, Brazil, amanda.luiza@gmail.com

4 Marcelo Nogueira, Doutor em Engenharia de Produção, Unip, Rua Dr. Bacelar, 1212, 04026-002, Vila Clementino - São Paulo - SP, Brazil, marcelo@noginfo.com.br

5 Oduvaldo Vendrametto, Doutor em Engenharia de Produção, Unip, Rua Dr. Bacelar, 1212, 04026-002, Vila Clementino - São Paulo - SP, Brazil, oduvaldov@uol.com.br

6 Jair Minoro Abe, Doutor em Filosofia, Unip, Rua Dr. Bacelar, 1212, 04026-002, Vila Clementino - São Paulo - SP, Brazil, jairabe@uol.com.br

Entretanto, havendo consideração da historicidade própria do desenvolvimento do setor de software em âmbito global, explica-se porque a indústria doméstica pode colaborar fortemente para o desenvolvimento da indústria de software de um país, na medida em que a construção das atividades de software acontece juntamente com a reafirmação de relações de tal setor com outros domésticos, os quais, justamente, originam a demanda de seus produtos e serviços [2].

Tal contextualização pode ser aplicada no caso brasileiro já que, de maneira diferente das indústrias indiana e irlandesa (concebidas para atendimento do mercado externo), a indústria brasileira voltou-se para o interno [1].

A partir deste ângulo o caso da indústria de software brasileira é entendido de modo otimista. Tomando como exemplo os estudos da ABES (Associação Brasileira das Empresas de Software), observa-se que tal indústria está posicionada entre as quinze maiores do mundo, especificamente décimo segundo lugar. E, no contexto nacional, o maior alicerce é oriundo do mercado interno [3].

Neste sentido, se a realidade é global e, portanto, também a competição, há de se refletir sobre os pormenores dos posicionamentos em âmbito mundial da indústria do software para se pensar na realidade nacional, a qual é caracterizada pela preponderância da demanda doméstica, desestimulando a exportação. Além disso, há fragmentação do mercado nacional, com firmas de menor porte com pouca capacidade de se mobilizar para a exportação [4].

A questão da exportação como indício de representatividade mundial tem sido pensada a partir da realidade brasileira apontada, mas também considerando-se a concorrência em âmbito global.

No ramo da indústria do software, o pioneirismo e a consequente predominância dos EUA são evidentes, uma vez que o desenvolvimento de tal indústria neste país balizou o caráter globalizado identificado em todo o mundo.

Atualmente o mercado mundial é liderado, além de EUA, também por Japão e Inglaterra, mas em seu desenvolvimento atual tem-se identificado modificações estruturais relevantes que fundamentam a convicção de que apesar da hegemônica liderança de tal indústria há oportunidades de desenvolvimento em países não centrais.

O ponto principal, entretanto, é que, de modo geral, o desenvolvimento de tal indústria nos países que não a lideram ocorre atrelada aos líderes e aos seus modelos de negócio (predominantemente proprietários), originando-se uma dependência tanto econômica, quanto tecnológica.

Por outro lado, os resultados obtidos por Israel, Índia e Irlanda, principalmente no que diz respeito aos volumes exportados, são responsáveis por noções mais otimistas e passam a ser modelos para o desenvolvimento da indústria em países não centrais e/ou periféricos.

Desta forma, a partir da investigação comparativa dos modelos dos países mencionados e da verificação dos aspectos teóricos da inovação, buscou-se levantar as particularidades do caso brasileiro para identificação das possibilidades de inovação na indústria de software nacional.

Aspectos Teóricos Fundamentais da Inovação

Dentro do tema da inovação, alguns aspectos são fundamentais quando se pretende a reflexão acerca da

indústria de software, especialmente porque ela está diretamente atrelada às TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação). Principalmente o software tem uma característica transversal em relação a outras atividades produtivas, alterando configurações tradicionais de produção e articulação da competitividade. E é neste contexto que se identificam discussões acerca da gestão da inovação na economia do conhecimento.

Assim, o conhecimento passa a ser percebido como fator de produção na medida em que assume cada vez mais importância na dinâmica social e econômica, pois trata-se de controlar fluxos de informação aplicada às atividades humanas, o que significa pensar a informação como produto, seja quando codificada ou quando embutida em outros serviços e produtos [5].

Ainda neste contexto, há três aspectos importantes que devem ser levados em conta: o primeiro diz respeito à relação com os consumidores, o segundo diz respeito aos custos de transação e o terceiro ao aprofundamento da noção de conhecimento como fator de produção e, por conseguinte, de competitividade.

Para os objetivos deste artigo, importa enfatizar que a inovação pode significar a adesão a um novo padrão que, por seu turno, requer uma série de investimentos essenciais à tecnologia da informação.

Origina-se, portanto, um aspecto negativo, principalmente no caso de países não centrais e periféricos que pretendem expandir mercados, já que no mercado de software novos padrões implicam para o consumidor (seja ele individual ou não) dar início a um processo de aprendizado formal e tácito, adicionando-se custos de troca que podem contribuir para o aprisionamento do consumidor.

Dentre as estratégias pesquisadas, sumarizadas na Figura 1, a mais importante do ponto de vista da discussão proposta por este texto é a que diz respeito às licenças de uso, as quais somadas ao desgaste do aprendizado necessário, aprisionam o cliente por impelir desvantagens no caso de refutação do modelo, já que o consumidor perde os recursos despendidos em royalties e licenças.

O conhecimento também é importante do ponto de vista concorrencial, especialmente nas atividades voltadas ao software, na medida em que ele é concebido primordialmente ao desenvolvimento destes, seja na forma de produto ou serviço. De maneira geral, o conhecimento vinculado à disponibilidade de recursos humanos é, nesta indústria, um dos fatores concorrenciais de base.

Tipos de aprisionamento	Custos de troca
Compromissos contratuais	Indenizações compensatórias
Licenças de uso e padrões técnicos	Necessidade de adquirir novas licenças de uso
Compra de equipamentos	Substituição de equipamentos, periféricos e acessórios. Custo tende a cair com o tempo
Treinamento em marca ou padrão específico	Aprender novo sistema. Custos tendem a subir com o tempo
Informação e bancos de dados	Conversão dos programas e dados
Fornecedores especializados	Desenvolvimento de novos fornecedores
Custos de busca	Custos de experimentação, testes
Programas de fidelidade	Benefícios perdidos pelo usuário

FIGURA 1
TIPOS DE APRISIONAMENTOS E CUSTO DE TROCA

Na bibliografia sobre tal assunto, frequentemente percebe-se a distinção entre conhecimento tácito (que abrange não só níveis técnicos, como também cognitivos) e explícito (concebido de modo formal e exteriorizado como, por exemplo, em documentações). Entretanto, como será explicitado posteriormente neste texto, no que tange à indústria de software interessa mais, em um primeiro momento, o estímulo da formação do conhecimento tácito, visto que este é primordial para atividades que estão em níveis superiores do negócio.

Por fim, outra noção essencial à reflexão deste artigo é a de inovação propriamente, a qual pode ser concebida por meio da perspectiva schumpeteriana como resultado de experimentação prática ou de combinação de tecnologias existentes. Portanto, refere-se aos elementos que diferenciam e criam valor a um negócio [5].

Neste raciocínio, entende-se que as mudanças tecnológicas diferenciam-se em função do seu grau de inovação que pode ser estabelecido pela seguinte classificação:

- Mudança incremental: que se refere somente aos aspectos superficiais como, por exemplo, *layout* do produto e que, portanto, são atingidas normalmente no decorrer da rotina da produção.

- Mudança radical: sua origem é usualmente as atividades de P&D, uma vez que constitui ruptura com o caminho tecnológico anterior e, por conseguinte, com a produtividade do mesmo.

- Mudanças no sistema tecnológico: para além da mudança radical, uma vez que a emergência tecnológica provoca uma mudança em determinado(s) setor(es), envolvendo assim também mudanças organizacionais internas às firmas. Como exemplo deste estágio da inovação, a Internet, já que ela influencia as formas de comunicação e áreas de atividade econômica.

- Mudanças no paradigma técnico-econômico: diz respeito às inovações que transcendem a esfera tecnológica, implicando também em mudanças nos âmbitos social e econômicos, nos quais se inserem.

Porém, para que uma inovação se transforme num fator-chave para o acontecimento da mudança do paradigma as condições básicas são:

- Custos baixos com tendências declinantes: porque “somente grandes reduções de custos podem motivar mudanças de comportamento nos agentes econômicos”.

- Oferta aparentemente ilimitada: pois a inovação em questão deve estar disponível de modo abundante e sustentável e não passível de breve esgotamento.

- Potencial de difusão em muitos setores e processos: porque deve haver possibilidade de aplicação universal.

Indústria de software em países não centrais

A argumentação frequente em diversos referenciais teóricos é a de que o desenvolvimento da indústria de software mundial é balizado pelos países que a lideram, em especial EUA. Assim, um dos possíveis entendimentos acerca desta orientação é o de que em cada configuração nacional do setor há o intuito de preencher um espaço de uma espécie de divisão de trabalho do mercado de software em âmbito global.

Os modelos selecionados para a reflexão aqui presente são da Índia, na qual há ênfase na exportação de serviços; o modelo irlandês, cujo foco está voltado à exportação de produtos de países centrais e, finalmente, Israel, que centralizou seu modelo em produtos estando fortemente baseado em atividades de P&D.

Dentre os principais fatores aos quais se atribui a identificação do modelo indiano de maneira privilegiada estão o idioma, ou seja, o inglês e os custos vinculados ao trabalho, especialmente no que se refere à mão de obra.

Do ponto de vista institucional, observou-se um significativo esforço para a formação de recursos humanos em áreas relacionadas à tecnologia, havendo não só a preocupação com a

infraestrutura no que diz respeito à formação educacional para tal setor, mas também estímulos para que a formação dos indivíduos fosse complementada no exterior. Há de se considerar, ainda, que as iniciativas públicas do país já em relação ao mercado de software eram uma realidade nos anos 70, e na década de 80, as políticas publicadas voltadas ao setor já eram concebidas como prioritárias.

Assim, as medidas tomadas pela Índia sempre favoreceram a centralização da demanda gerada pelo mercado externo e a forte relação com países líderes da indústria mundial, levando-a a posição de importante fornecedor internacional de serviços de software. Entretanto, cabe esclarecer que, apesar de ser considerado um modelo de sucesso, a Índia exporta prioritariamente serviços de baixo valor agregado, ou seja, atua em estágios básicos de codificação e testes, sempre submetidos aos requisitos e especificações de empresas, em geral, estadunidenses [2].

Nesta perspectiva, o modelo indiano apresenta-se como limitado e fortemente dependente, visto que além de vinculado aos líderes (e também em função disto) está alicerçado em estágios inferiores do negócio de software, cuja demanda por conhecimentos é de cunho geral. E, em se tratando de possíveis caminhos para uma indústria mais autônoma, há de se apontar que no caso do modelo indiano isto dependeria de um posicionamento de atuação em níveis mais elevados do negócio de software, os quais, por seu turno, com base nas assertivas relacionadas à inovação, fundamentam-se especialmente no conhecimento tácito.

A dificuldade de propulsionar tal conhecimento, portanto, decorre não apenas do vínculo indiano com os EUA, mas também pela falta de sustentação interna deste mercado, o qual não se relaciona de modo significativo com outros setores produtivos no país [2].

Em frente de tal situação, mesmo com atuais esforços institucionais de estimular o desenvolvimento de competências relacionadas aos níveis superiores do negócio de software, gera-se uma série de problemas, visto que para isso são necessários fortes investimentos, os quais, muitas vezes, não produzem os resultados desejados à exemplo de profissionais que depois da formação migram para outros países, especialmente, EUA.

Finalizando-se a abordagem direta do modelo indiano, há a crítica deste como forma de se alcançar níveis superiores por meio de inserção inicial nos níveis inferiores, comparando o caso indiano aos de Taiwan e Coreia em relação à hardware, argumentando-se que uma similar estratégia não seria viável por conta das diferenças entre as funções que exigem conhecimentos gerais e codificáveis (localizados na Índia) e os conhecimentos tácitos, em que reside o potencial inovativo [6].

Como no caso indiano, o modelo irlandês se desenvolveu a partir de políticas públicas direcionadas ao setor de software e centralizou-se no mercado externo; entretanto, suas atividades primordiais relacionam-se à exportação de software produto.

A atenção política, especialmente praticada em incentivo fiscal para investimentos estrangeiros, não significou inexistência de políticas voltadas às empresas nacionais, tendo-se além de uma série de estímulos de cunho fiscal e de formação de mão de obra qualificada, a promoção da internacionalização das empresas locais, somada ao apoio à participação das empresas em eventos e negócios no exterior [6].

Por outro lado, forjou-se no caso da Irlanda uma dicotomia entre empresas domésticas e transnacionais que, mesmo estando igualmente voltadas ao mercado externo, possuem diferenciações em suas atividades, dado que se percebe nas empresas domésticas práticas mais rotineiras e, por conseguinte, de menor valor agregado. Daí decorre o permanente controle das empresas transnacionais no que diz respeito ao desenvolvimento da indústria neste país.

Desta forma, mesmo estando atrelado aos estágios posteriores do negócio de software em comparação à Índia, o modelo irlandês apresenta-se de modo similar no âmbito de suas limitações. Isto porque, os níveis superiores do negócio também são elaborados pelos países líderes.

Por fim, o modelo israelense também caracteriza-se por políticas públicas que estimularam o enfoque global da indústria. E, apesar de o inglês não ser língua nativa, como no caso de Índia e Irlanda, é um idioma com amplo domínio no país que, juntamente com as políticas adotadas, facilitou a estreita relação com o mercado americano.

Com uma indústria maior e um direcionamento ao mercado interno (especialmente a área militar), Israel diferencia-se pelo enfoque em atividade de P&D voltada ao software produto que, portanto, posiciona o modelo em níveis mais elevados que os anteriores no negócio de software. Tem-se que o sucesso com produtos de alta complexidade demanda pesquisa e desenvolvimento resultando-se em produtos inovadores em escala internacional [7]. Apesar de tal diferenciação, Israel também encontra-se fortemente submetido aos líderes do mercado global, uma vez que mantém vínculo direto com o mercado americano apoiado por política pública [8].

Particularidades do contexto brasileiro

Resumidamente, a indústria brasileira está situada numa estrutura institucional particular, na qual se delimitaram espaços para a operação de empresas estrangeiras, nacionais privadas e públicas [1]. Neste contexto, identifica-se o desenvolvimento, especialmente das empresas nacionais privadas, alicerçado pela demanda da estrutura produtiva doméstica, mesmo em mercados que, em um primeiro momento, eram preenchidos por empresas estrangeiras.

Daí decorre-se a assertiva de que, apesar do tímido desempenho exportador, a indústria de software brasileira possui virtudes desenvolvidas com base em sua tendência ao mercado interno que

devem ser consideradas ao se pensar no desenvolvimento nacional, uma vez que, do contrário, há a possibilidade de se reproduzir erros e ações fortemente limitadoras que caracterizam modelos de outros países [1].

Mas antes da atenção às particularidades e virtudes próprias do Brasil, características mais gerais precisam ser apontadas, dentre as quais está o fato de que o caso brasileiro, seguindo a gênese do desenvolvimento histórico da indústria de software tanto em países centrais, quanto não centrais, estrutura-se a partir de estímulos oriundos de políticas públicas.

Neste sentido, a indústria do software como área prioritária em políticas públicas se dá, especialmente, em função da sua influência em diversos setores produtivos.

Considerando-se os modelos selecionados para este estudo e os dados acerca das características do mercado brasileiro [3]-[4], para se atingir maior autonomia e posição no atual estágio de desenvolvimento do mercado global, a opção pelo software como serviço apresenta-se como estratégica e palpável. Isto porque, além de o software produto constituir-se base aos países centrais, é o serviço de software que fornece sustentação ao desenvolvimento deste setor no âmbito nacional.

Dentro da indústria de software, porém fora da estrutura de modelos tradicionais (e, em geral proprietários), há o software livre/código aberto, cuja influência no mercado é evidente, principalmente nos nichos que se baseiam em apropriabilidade, não voltados às soluções customizadas. Somado a isto, os modelos de negócio fundamentados em SL/CA (Software Livre/Código Aberto) se dirigem, especialmente, aos serviços (de baixo e alto valor), software embarcado e produtos customizáveis.

Observando, portanto, as ênfases dos modelos baseados em SL/CA, nota-se que, apesar de não se tratar de uma ruptura com as estruturas tradicionais, constitui-se de modificações significantes que não resultam em inversões de posicionamento nos mercados nacionais e no global, nem acabam com os regimes proprietários, mas os afetam [9].

No contexto nacional, o SL/CA possui maior expressividade nos segmentos das TIC, governo e serviços (mais significativamente comércio, educação e saúde).

Os casos de sucesso de aplicações de modelos baseados em SL/CA, principalmente explicitados no campo acadêmico, são majoritariamente os relacionados ao atendimento da demanda governamental, a qual por sua vez se insere em um contexto privilegiado do ponto de vista institucional e técnico [9].

Ainda assim, identifica-se a presença relevante de empresas de capital nacional no segmento de serviços de alto valor agregado [1]-[3]-[4], em níveis mais elevados do negócio de software, que em alguns momentos são desprivilegiadas por alguns estudos. Significa que, apesar da não liderança mercadológica mesmo em âmbito nacional, os resultados de estímulos públicos e opções estratégicas

de empresas brasileiras são positivos. Nesta situação também parece existir possibilidades para resolução de problemas aparentes em outros modelos (ênfatisado no caso indiano) que dizem respeito à escassez de espaços de desenvolvimento de conhecimentos tácitos no mercado, sobre os quais o caso brasileiro se apresenta de modo oposto.

Considerações finais

No que se refere à investigação dos modelos de Índia, Irlanda e Israel foi possível identificar a importância de iniciativas e políticas públicas voltadas ao desenvolvimento da indústria de software, uma vez que em todos os casos tais articulações constituem-se como fator potencializador do setor. A expressividade dos três modelos analisados, de fato, fornece subsídios que reafirmam as concepções otimistas de desenvolvimento do mercado de software em países não centrais, especialmente no que diz respeito ao âmbito global. Entretanto, também levantou-se a existência de limitações destes mesmos modelos, as quais parecem ser derivadas de insuficiências estruturais próprias da historicidade da construção de cada país em diferentes aspectos (econômicos, sociais, etc), também típicas de países que não fazem parte do centro econômico global, como o Brasil.

Positivamente, nos três casos, o idioma aparece como fator facilitador da inserção dos países no mercado internacional. Este já é um item de desvantagem do ponto de vista da indústria brasileira, pois apesar da difusão da língua inglesa, esta não se faz tão predominante no país.

Por outro lado, a principal deficiência dos modelos relaciona-se a um duplo movimento: Ao passo que, apoiados pela iniciativa pública, se voltaram ao atendimento da demanda externa alcançando relevância concorrencial, passaram a manter vínculos diretos com os países centrais, chegando-se em posicionamentos baseados em atividades de nível inferior no negócio de software.

Sobre isto, o caso indiano se agrava já que, somado à questão das atividades marginais, têm-se a evasão de recursos humanos mais qualificados e a falta de espaço mercadológico para o aproveitamento de conhecimento tácito. No caso brasileiro não são identificadas estas mesmas limitações [3]-[9].

A indústria de software irlandesa, sendo balizada pelas empresas transnacionais que direcionam o mercado global, apesar de gerar altas receitas externas, está extremamente limitada do ponto de vista da autonomia tecnológica e do desenvolvimento de competências locais [6]. Sua principal colaboração está na reflexão para elaboração de políticas públicas, desde que do ponto de vista qualitativo se mantenha os objetivos de autonomia [9].

E, finalmente, o modelo israelense diferencia-se por estar posicionado no nível mais elevado do negócio de software, visto que há o enfoque em atividades de P&D. Há de se pontuar que as

dinâmicas próprias de cada contexto são fundamentais na análise das vantagens e limitações dos modelos. Entretanto, a indústria israelense confirma as argumentações teóricas acerca da relação entre P&D e atividades de maior valor agregado.

Semelhante aos casos investigados, também a indústria de software brasileira conta com políticas públicas fundamentais ao seu desenvolvimento, cuja diversidade e complexidade têm coerência considerando-se a heterogeneidade do mercado nacional [1]. Sabendo-se que os estudos e os dados disponíveis ainda são insuficientes para todas as análises que se fazem necessárias [3]-[4], privilegiou-se neste texto a abertura institucional ao SL/CA que é com frequência apontada como tendência e possibilidade inovativa própria da indústria nacional.

Há uma série de indícios que colaboram para com o otimismo, especialmente acadêmico, acerca do SL/CA na medida em que os modelos de negócios que nele se baseiam apresentam inovações na indústria de software que, apesar de não produzirem consequências drásticas, inegavelmente afetam o mercado, principalmente os segmentos tradicionais, fortemente baseados na apropriabilidade e, por conseguinte, também em estratégias de aprisionamento potencializadas pela licença, royalties, etc.

Com base no referencial exposto no artigo o grau de inovação alcançado transita entre mudanças no sistema tecnológico e no paradigma técnico-econômico. Porém, as desvantagens proporcionadas pelo SL/CA levantadas com maior facilidade estão justamente atreladas às condições de sucesso destes graus de inovação. Além disso, no que diz respeito aos serviços, o argumento base em diversas articulações, o SL/CA não resolve a limitação de vínculo às atividades de maior valor agregado.

Referências

- [1] ROSELINO, J. E. Panorama da Indústria Brasileira de Software: Considerações sobre a política industrial. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**, 2006.
- [2] ATHREYE, S. S. The Indian Software Industry. In: ARORA, A.; GAMBARDELLA, A. (org), **From Underdogs to Tigers: The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland, and Israel**, 2005.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE, **Mercado Brasileiro de Software: Panorama e Tendências 2010**, Disponível em: <http://www.abes.org.br/UserFiles/Image/PDFs/Mercado_BR2010.pdf>, 2010.

- [4] SOFTEX, A indústria de software no Brasil – 2002 – Fortalecendo a economia do conhecimento, Disponível em: <http://www.softex.br/portal/softexweb/uploadDocuments/_observatorio/MIT%20-%20Capitulo%20Brasil.pdf>.
- [5] TIGRE, P. B. **Gestão da inovação**: A economia da tecnologia no Brasil, 2006.
- [6] ROSELINO, J. E.; DIEGUES, A. C.; GARCIA, R. de C. Centro e periferia da indústria de software: O modelo terciário-exportador. In: **XIII Encontro nacional de economia política**, Disponível em: <http://www.sep.org.br/artigo/1360_27e2e96a2ded1b6e86e45e82f3e741f2.pdf>.
- [7] KUBOTA, L. C. Panorama da Indústria Brasileira de Software: Considerações sobre a política industrial. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**, 2006.
- [8] BREZNITZ, D. The Israeli Software Industry. In: ARORA, A.; GAMBARDELLA, A. (org). **From Underdogs to Tigers**: The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland, and Israel, 2005.
- [9] SOFTEX, **O impacto do software livre e de código aberto na indústria de software do Brasil**, 2005.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Modelo de Negócio de *Software*: Análise de Inovação no Caso Brasileiro

Autores: F. L. Pereira; F. V. do Amaral; A. L. dos S. Pereira; M. Nogueira; O. Vendrametto; J. M. Abe

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Symposium on Engineering Education*, IGIP 2011

Local da Publicação: Santos – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 769-773

ISBN: 9788589120869

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

O PROCESSO DE GERENCIAMENTO DA CAPACIDADE NA UTILIZAÇÃO DA TELEFONIA VoIP COM O USO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE EM REDES SOCIAIS

Ecila Alves de Oliveira¹, Mario Mollo Neto², Ivanir Costa³, Milton Aidar Martinez⁴

Abstract: This research evaluates the use of VoIP telephony in an educational institution that has administrative units in the State of São Paulo, Brazil, with objective of the implementation of the Capacity Management process in their best practices suggested by ITIL®. With a literature review and a qualitative analysis of the use of VoIP telephony as a means to reduce costs with the conventional telephony is studied. Through the indicators of density, centrality and proximity obtained with the tools of social network analysis (SNA), it is possible to verify the effective use of VoIP. The results in relation the actors in the network showed a low density and a sub-utilization resource by each actor. The ITIL® Capacity Management ensures that IT infrastructure is aligned with business needs, understanding and maintaining levels of delivery required service at an acceptable cost.

Index Terms: Social network analysis (SNA), ITIL, Capacity Management, VoIP telephony.

Introdução

Nas empresas atuais, a comunicação tradicional vem sendo substituída por tecnologias mais avançadas. E um dos maiores exemplos desta mudança acontece na telefonia, aonde, cada vez mais, a tecnologia VoIP vem substituindo o sistema de telefonia tradicional, possibilitando vários ganhos e economias para as empresas [15]-[18].

A integração no uso desta tecnologia traz também uma economia inicial de investimento, suporte e manutenção, além da tendência de que o computador e o telefone tornarem-se um só equipamento, pois existem aplicativos que permitem operar um telefone IP a partir da tela do computador sem a necessidade do aparelho telefônico.

1Ecila Alves de Oliveira, mestranda no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista - UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 - 4. andar - CEP: 04026-002 - São Paulo - SP - Brasil, ecilaoliveira@uol.com.br

2 Ivanir Costa, Professor Doutor da Universidade Paulista - UNIP, São Paulo, Brasil, icosta11@live.com

3 Mario Mollo Neto, Professor Doutor da Universidade Paulista - UNIP, São Paulo, Brasil, mariomollo@gmail.com

4 Milton Aidar Martinez, mestrando no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista - UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 - 4. andar - CEP: 04026-002 - São Paulo - SP - Brasil, miltonam@gmail.com

A convergência, de acordo com [2], é a consolidação de diversas redes atuais em uma única rede capaz de suportar e dar controle a todos os serviços de tráfego é considerada outro benefício da telefonia IP, pois à medida que os serviços e as conexões de banda larga tornam-se acessíveis, a convergência de outras aplicações aumenta, exemplo é videoconferência e voz simultaneamente.

Considerando as características de uma Instituição de Ensino (IE) no Estado de São Paulo, que possui 32 unidades administrativas em 23 cidades, a utilização da telefonia IP justifica-se em obter redução de custos nas contas telefônicas com a eliminação das tarifas intermunicipais.

O uso da tecnologia VoIP nesta organização para ser bem sucedida, deve-se adotar um modelo de gestão que permita a eficácia e eficiência da TI. Diante desta demanda muitos modelos de melhores práticas foram criados e neste contexto apresenta-se o *ITIL*® (Information Technology Infrastructure Library), como sendo um dos guias para a governança de TI que apóia o uso dos recursos no gerenciamento de serviços.

Neste cenário, para se obter o intento de economia nas ligações interurbanas é importante que os indivíduos que compõem as áreas de cada unidade administrativa façam uso desta tecnologia e uma análise sobre este fluxo de comunicação permitirá uma visão real de sua utilização.

Esta pesquisa tem o intuito de prospectar a estrutura da rede formada pelas diversas unidades da IE sob estudo, denominados doravante como atores da rede, considerando em seus laços de interligação (acessos VoIP) como base para a determinação de indicadores que permitam analisar o uso do dispositivo de comunicação disponibilizado e, de posse desta análise, propor a aplicação do processo de Gerenciamento da Capacidade do *ITIL*, por meio de seu sub-processo de Gerenciamento da Capacidade de Serviço, para assegurar que a performance destes serviços estejam dentro dos parâmetros definidos nos níveis acordados.

Revisão

Processo de Gerenciamento de Capacidade com *ITIL*®

Na referência [7], os autores apontam que o alinhamento estratégico é o ponto de partida para a Governança de TI, considerando criação de valor para o negócio e aderência a requisitos de *compliance* (conjunto de disciplinas para fazer cumprir as normas legais e regulamentares estabelecidas para as atividades da empresa). Os autores relatam que a criação de um portfólio orienta as ações do dia-a-dia unindo as estratégias de curto, médio e longo prazo à rotina diária das operações e serviços de TI. A referência [19] relatam que administrar um portfólio de TI requer que tanto fornecedores como clientes concordem quanto aos indicadores de sucesso estabelecidos. Os autores afirmam que, como parte do processo de investimento, a administração de negócios e a TI

estabelecem juntas os indicadores apropriados para o valor de negócio do portfólio caracterizando assim uma governança de TI.

Existem diversos modelos de melhores práticas para auxílio à implantação da governança de TI, e cada um deles tem uma forma de se posicionar dentro do modelo de governança de TI. Para [14], apesar da *ITIL*® fornecer uma boa documentação de processos, fluxos e interações de TI, não é uma abordagem completa, uma vez que precisa de um modelo de maturidade específico e um sistema de medição para a melhoria dos processos.

Os autores da referência [7] ressaltam que a Governança de TI não se restringe somente à implantação dos modelos de melhores práticas, entretanto é importante conhecê-los em termos de seus objetivos, estruturas e aplicabilidade. Alguns modelos são o CMMI (Capability Maturity Model Integration), PMBOK (Project Management Body of Knowledge), *ITIL*® (*Information Technology Infrastructure Library*), Seis Sigma, CobiT (Control Objectives for Information and Related Technology), entre outros.

Como a *ITIL*® tem se firmado continuamente como um padrão mundial de fato para as melhores práticas em serviços recorrentes de TI e tem como principal objetivo prover um conjunto destas práticas de gerenciamento testadas e comprovadas no mercado, que podem servir como balizadoras para as organizações [7].

Para auxiliar as atividades de departamento de TI, a *ITIL*® oferece um *framework* comum, sendo aquelas divididas em processos [13]. De acordo com este autor, a *ITIL*® define objetivos, atividades, entradas e saídas. Quanto à execução, a *ITIL*® não fornece uma descrição específica, pois em cada organização é diferente, mas serve de modelo para melhoria nos processos; sugere onde é possível chegar, pois outras empresas conseguiram resultados positivos; sugere para que servem os processos e práticas e, sugere o por quê da adoção de processos e práticas.

Dentre os processos da *ITIL*® a entrega de serviços descreve os serviços que o cliente necessita e o que é necessário para fornecer estes serviços, entre outros assuntos, cobre o Gerenciamento da Capacidade (GC), que tem como missão assegurar o melhor uso da infra-estrutura de TI para atender, a um custo justificado, às necessidades do negócio através do entendimento de como os serviços de TI serão utilizados e adequando os recursos de TI para entregar os serviços conforme os níveis acordados (SLA – *Service Level Agreement* – Acordo de Nível de Serviço) [3].

No processo de GC, que tem por objetivo garantir o uso eficaz dos recursos de TI para atender os níveis acordados com os clientes, é essencial o equilíbrio entre o custo e a capacidade; bem como o fornecimento e a demanda. Além de proporcionar a informação necessária dos recursos atuais e planejados e a utilização dos componentes, permitirá que a área de TI juntamente com a alta administração, definam quais componentes deve atualizar, quando atualizá-los e o custo envolvido.

A atividade mais proeminente do GC, neste estudo, diz respeito ao Gerenciamento da Demanda, pois tem como objetivo melhorar a utilização da capacidade atual ao invés de aumentá-la [13].

Desta forma, optou-se pelo uso das práticas do GC da *ITIL*® para melhorar o processo de utilização dos serviços e recursos de TI com relação à voz sobre IP na IE estudada.

VoIP

O provimento de formas alternativas aos sistemas tradicionais de telefonia é um dos objetivos da telefonia em redes IP [2], de acordo com o objeto esta pesquisa está se referindo à telefonia fixa na utilização de ligações intermunicipais, mais do que formas alternativas, onde se devem manter as mesmas funcionalidades e qualidades além de permitir o melhor aproveitamento dos recursos já existentes.

A referência [2] afirma que, os motivadores da implementação de voz sobre pacotes IP são, primeiramente, a possibilidade de integração entre voz, dados e vídeo por um mesmo meio de acesso, seguido de precificação a menor na utilização de serviços com independência de tempo e distância e com a confiabilidade e disponibilidade das redes de voz.

A vantagem da comunicação VoIP em relação à telefonia convencional é pautada sobre dois itens fundamentais, primeiro utiliza a infra-estrutura da rede de computadores já existente e, segundo, a tarifação das ligações convencionais é efetuada em função de distâncias geodésicas entre o local que originou a ligação e o de destino e leva em consideração os horários de utilização estabelecidos pelas operadoras de telefonia [1].

Redes de Relacionamentos

Uma rede de relacionamentos, tal qual as de relacionamento entre usuários de linhas telefônicas, segundo [9], é um conjunto de pessoas, identificadas como *nós* ou *atores*, ligadas por meio de relações, denominadas *laços*. As redes podem ser tratadas sob duas visões, a primeira trata das relações entre empresas, denominadas relações inter-organizacionais e, a segunda demonstra o relacionamento interno de uma organização, ou seja, entre departamentos ou indivíduos, que são as redes de relacionamentos intraorganizacionais.

Uma rede é constituída de agentes que têm relações entre si, estas relações podem ser direta ou indiretamente, os agentes podem formar arranjos produtivos locais ou podem estar inseridos em uma

mesma organização e serem analisados por meio de suas relações, seja por ligações tangíveis ou intangíveis em sua produção [17].

Segundo [9], “Uma rede é densa quando vários atores estão conectados entre si”. O valor da medida da densidade é obtido a partir do número de laços observados dividido pelo número máximo de laços que a rede pode ter [10].

número de laços máximos = [número de atores \times (número de atores – 1)] / 2

densidade = (número de laços existentes na rede / número de laços máximos)

Uma densidade baixa (abaixo de 50%) identifica um sistema muito flexível, ou seja, pouco poder é exercido entre os atores e, este poder é entendido como sendo, segundo [8], “... a abordagem de rede enfatiza que o poder é inerentemente relacional.”, ainda de acordo com [8]: “É um conseqüência dos padrões de relações...”. A densidade influi no fluxo de informações e recursos, este fluxo nos remete à troca de bens, serviços, recursos e contatos na rede [6].

O indicador de grau de centralidade avalia o número de laços que um ator tem com outros atores da rede. Quanto mais central na rede estiver este ator, maior capacidade terá para acessar outros atores da rede [9]. Ainda de acordo com [9], “O fato de os atores não centrais não terem laços entre si faz com que a rede não tenha elevada densidade”.

Segundo [16], o grau de centralidade é composto do grau de centralidade de entrada e do grau de centralidade de saída e estes dependem da direção do fluxo da relação. A soma das relações que um ator tem com outros atores representa o grau de centralidade de saída e, a soma que os outros atores têm com um determinado ator é o grau de centralidade de entrada.

Materiais e Métodos

A IE pesquisada utiliza a estrutura da IENET, que é a rede de computadores da instituição e os *links* convergem na capital onde está localizada a Reitoria.

Os indicadores estruturais, considerados importantes para o estudo desta rede, foram analisados aplicando-se a Análise de Redes Sociais (ARS), e os elencados foram: a densidade, a centralidade e a proximidade entre os atores.

Segundo [16], os conceitos para os indicadores utilizados são:

- **Densidade:** Mostra o valor em porcentagem da densidade da rede, significando uma alta ou baixa conectividade da mesma. É uma medida entre o número de laços existentes com os laços possíveis.

- **Centralidade:** Apresenta o número de atores com os quais este está relacionado.

• **Proximidade:** É a capacidade de um ator em se comunicar com os outros nós da rede.

Os indicadores de centralidade e proximidade de atores foram analisados por meio do *software* UCINET® juntamente com o módulo integrado NetDraw® [4], ambos desenvolvidos nos laboratórios da *Analytic Technologies*, na *University of Greenwich* [4], já o indicador de densidade foi calculado matematicamente com as equações de [10].

O departamento de informática da IE gerencia a telefonia VoIP por meio do *software* Asterisk®, desenvolvido pela empresa Digium Inc. [5]. Este software permite controlar vários equipamentos e conexões de telefonia convencional ou IP, onde o servidor recebe as chamadas vindas da rede de telefonia, tanto convencional ou IP, trata-as e redireciona para os telefones IP ou as encaminha para um PABX convencional; este *software* é de distribuição livre sob licença pública geral (GPL – *General Public License*) para o sistema operacional Linux e está disponível para transferência local em <http://www.asterisk.org/downloads>.

O Asterisk® foi utilizado com a ferramenta CDR (*Call Data Records*), também desenvolvido pela Digium Inc. [5].

Foi prospectada junto ao departamento de informática a relação dos números dos ramais IP instalados na Instituição, desta relação constam um total de 1.136 ramais e, destes foram selecionados apenas o departamento de informática, o que totalizou em 84 ramais. Em seguida foi definido o período de pesquisa sobre as ligações efetuadas e recebidas que teve como início o mês de Novembro de 2009 até o mês Novembro de 2010.

Foram levadas em consideração para esta pesquisa, somente as ligações que tiveram tempo de duração acima de 59 segundos. Deste rol foram pesquisados os ramais que efetuaram, não efetuaram, receberam e não receberam ligações. Os que não efetuaram e não receberam foram eliminados da pesquisa, totalizando 40 ramais, restando apenas 44.

A pesquisa foi realizada com a prospecção de dados obtidos em listagem de relatório do sistema VoIP, ramal por ramal, de forma cruzada, identificando o ramal que efetuou a ligação bem como para qual ramal foi chamado, assim anotou-se a quantidade de ligações e o tempo de utilização no período.

As especificações dos filtros aplicados utilizando o *CDR Report* foram: seleção do mês de início; seleção do mês final; digitação do número do ramal que recebeu a chamada; digitação do número do ramal que originou a chamada; duração da chamada maior do que 59 segundos.

A geração do resultado contém, entre outras informações, a data e hora da ligação, o número do ramal (de origem e de destino), o tempo de duração, além dos totais de minutos utilizados, quantidade de ligações efetuadas e a média de duração das mesmas.

Os ramais pertencentes à mesma unidade administrativa foram agrupados e seu tempo de ligação foi totalizado. A estrutura da rede é composta de atores que são os departamentos de informática das unidades administrativas IE que utilizaram o VoIP no período citado. As relações entre eles são representadas pelo tempo das ligações medidas em segundos.

Posteriormente à coleta dos dados foi utilizado para a avaliação dos indicadores estruturais da rede o *software* de análise de redes sociais UCINET® juntamente com o seu módulo integrado NetDraw®. A avaliação desta rede deu-se por indicadores de densidade e centralidade, estes são indicadores estruturais que, como indicado por [9] na revisão desta pesquisa, indicam a forma de como os relacionamentos são estabelecidos entre os atores. Também se utilizou a centralidade de grau, indicador posicional, que avalia o número de laços que um ator tem com outros autores, e a centralidade de meio ou de intermediação, que representa o ator que interliga, direta ou indiretamente, atores em locais distintos da rede [9].

Resultados e Discussões

Após a entrada de dados dos atores no *software* UCINET®, representados pela área de informática das unidades administrativas, e seus relacionamentos, representados pela quantidade de segundos que se comunicaram, montou-se um arquivo configurado a ser utilizado no módulo NetDraw® [4]. O gráfico da rede conforme Figura 1, mostra a centralidade da rede e os indicadores posicionais de centralidade de grau e de intermediação dos atores que foram obtidas do processamento.

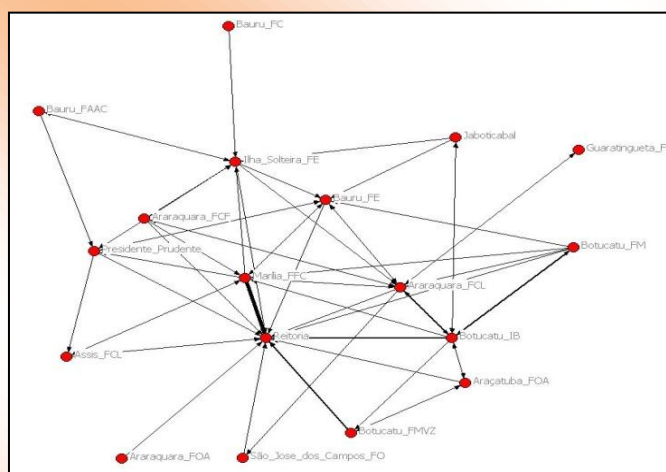


Figura. 1

Representação da rede apresentada pelo software Ucinet® e o NetDraw®

A densidade da rede obtida foi de 39,87%, pois há 18 atores, o número de relações é 61 e o total de possíveis relações é de 153. Este percentual representa uma baixa densidade da rede, utilizando uma escala de 0% a 40% como sendo baixa, de 41% a 60%, média e de 61% a 100%, alta, indicando uma baixa interconexão, pois esta destaca que pouco poder é exercido entre as unidades administrativas.

Nos resultados obtidos pelo UCINET®, conforme Figura 2, podemos observar que os atores estão ordenados pelo seu grau de centralidade (maior para menor).

	OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
Marília_FFC	82719.000	4222.000	7.132	0.364
Botucatu_IB	39399.000	20380.000	3.397	1.757
Araraquara_FCL	24722.000	18312.000	2.132	1.596
Botucatu_FMVZ	20738.000	3112.000	1.788	0.268
Botucatu_FM	18715.000	14869.000	1.614	1.282
Araçatuba_FOA	10283.000	5485.000	0.887	0.473
Bauru_FE	9364.000	18136.000	0.807	1.564
Araraquara_FCF	9214.000	4061.000	0.794	0.350
Presidente_Prudente	8115.000	3474.000	0.700	0.300
São_José_dos_Campos_FO	7897.000	62.000	0.681	0.005
Assis_FCL	5996.000	462.000	0.517	0.040
Ilha_Solteira_FE	5808.000	10378.000	0.501	0.895
Bauru_FAAC	4812.000	4612.000	0.415	0.398
Jaboticabal	3653.000	917.000	0.315	0.079
Araraquara_FOA	1859.000	0.000	0.160	0.000
Guaratingueta_FE	469.000	1384.000	0.040	0.119
Bauru_FC	149.000	0.000	0.013	0.000
Reitoria	0.000	143846.000	0.000	12.403

Figura 2

Graus de centralidade obtidos no software UCINET®

A coluna *OutDegree* representa o grau de saída, a *InDegree* representa o grau de entrada, a *NrOutDeg*, o grau de saída normalizado e, por fim, a *NrInDeg*, o grau de entrada normalizado.

Os resultados mostram que o ator Marília_FFC possui o maior grau de saída, ou seja, é o ator principal que efetuou o maior número de ligações, já o ator Reitoria possui o maior grau de entrada, significando que recebeu o maior número de ligações.

A Figura 3 mostra os indicadores gerais da rede (*Descriptive Statistics*), onde podemos verificar a média (*mean*) de todas as relações; o desvio padrão (*Std Dev*); a soma (*Sum*); mínimo (*Minimum*); máximo (*Maximum*) e o coeficiente de agrupamento que representam os graus mínimos e máximos de relações que os atores têm dentro da rede.

DESCRIPTIVE STATISTICS					
		1	2	3	4
		OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1	Mean	14106.223	14106.223	1.216	1.216
2	Std Dev	19323.113	32176.660	1.666	2.774
3	Sum	253912.000	253912.000	21.893	21.893
8	Minimum	0.000	0.000	0.000	0.000
9	Maximum	82719.000	143846.000	7.132	12.403
10	N of Obs	18.000	18.000	18.000	18.000
Network Centralization (outdegree) = 6.264%					
Network Centralization (Indegree) = 11.845%					
CLUSTERING COEFFICIENT					

Input dataset:					
Overall graph clustering coefficient: 2484.390					
weighted overall graph clustering coefficient: 1517.636					

Figura 3

Estatísticas gerais em relação ao Grau de centralidade obtidos no software UCINET®

Logo, pode-se perceber que o grau de centralidade de saída da rede foi medido em 6,264% e o grau de centralidade de entrada em 11,845%. O coeficiente de agrupamento avalia a proximidade entre os atores da rede [11], o resultado obtido no software UCINET®, foi de 2484.390, significando que os atores da rede estão distantes entre si.

Estes valores revelam que a rede é dispersa e que não é bem estabelecida [10], a comunicação entre a unidade de Marília com a Reitoria é maior do que as demais, ou seja, neste caso particular, utiliza-se eficazmente o recurso de Telefonia VoIP de acordo com as políticas e metas da IE.

Já a unidade Reitoria apenas recebe as ligações e não as faz, a não ser para ela mesma. Desta forma a rede deve ser desenvolvida para melhor aproveitar o recurso.

Conclusão

Por meio das técnicas de análise de redes sociais (ARS) foi possível avaliar a utilização de telefonia VoIP na instituição de ensino pesquisada e, por meio de sua estrutura em rede, verificar o mapeamento das interações entre as suas unidades administrativas.

Os resultados obtidos demonstram que os indicadores utilizados apontaram para uma rede com baixa densidade, ou seja, uma baixa conectividade entre os atores, isto demonstra o quanto a rede é dispersa gerando pouca troca de informações e propagação de tecnologias. Entendendo-se o uso da telefonia VoIP como sendo um meio de comunicação para efetivar estas trocas, conclui-se que este recurso é sub-utilizado sob a perspectiva em relação à quantidade de segundos utilizados e o período de pesquisa. Apesar da infra-estrutura da telefonia IP disponível, os atores ainda recorrem à utilização da telefonia convencional.

Sugere-se realizar uma revisão e monitoramento do processo existente nos moldes desta pesquisa, além de elaborar um Plano de Capacidade usando as práticas da *ITIL*®, contendo, principalmente, o cenário atual, os métodos de monitoração de indicadores e técnicas que serão utilizadas para avaliar a performance, e provendo métricas para o planejamento de intervenções e melhoria no processo.

Em relação ao Gerenciamento da Demanda, propõe-se a configuração do software Asterisk®, no sentido de possibilitar a identificação de uma chamada realizada por meio da telefonia convencional e verificar se esta localidade possui recurso VoIP, então esta chamada poderá ser desviada para o número VoIP.

Sugere-se, ainda, após a análise da rede, que seja efetuado um treinamento direcionado aos atores das unidades administrativas. Este treinamento tem como objetivo influenciar a mudança de comportamento em relação à utilização do recurso VoIP para que possam maximizar a contribuição no exercício de suas funções e, conseqüentemente, melhorar a comunicação e estreitar o relacionamento entre os pares confluindo para humanização e excelência da instituição.

Destaca-se que a pesquisa possui ainda algumas limitações, entre elas, a de que foi prospectada somente a área de informática, podendo-se no futuro, ampliar para todas as áreas que possuem ramais configurados para VoIP. Outra limitação é que foram eliminados os ramais que não tiveram registros de ligações, tanto recebidas e quanto efetuadas e, pode-se incluí-los nos estudos no sentido de que façam parte da rede contabilizando assim os atores isolados.

Referências

- [1] ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações. Anexo à Resolução n.424, de 6 de dezembro de 2005. Regulamento de tarifação do serviço telefônico fixo comutado destinado ao uso do público em geral – STFC – prestado no regime público. Disponível em: <http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cao_consumidor/legislacao/leg_servicos_publico/leg_sp_telecomunicacoes/Resol424-05anatel-Anexo.pdf>. Acesso em 14 fevereiro 2011.
- [2] BERNAL, P. S. M., Voz sobre protocolo IP: a nova realidade da telefonia. São Paulo: Érica, ISBN: 978-85-365-0174-1, 2007.
- [3] BON, J. V., Foundations of IT Service Management, based on ITIL. Lunteren - Holanda: Van Haren Publishing, 2005.
- [4] BORGATTI, S. P. et al. Ucinet for Windows: Software for social network analysis. Harvard: Analytic Technologies, 2002.

- [5] DIGIUM INC., Asterisk Scalable Communications Framework. Disponível em <<http://www.asterisk.org>>. Acesso em: 31 janeiro 2011.
- [6] FAVA, F. E.; SACOMANO NETO, M., Redes de Empresas: utilização do Software Unicet para a análise das relações entre empresas. 15º Congresso de Iniciação Científica – 5ª Mostra Acadêmica Universidade Metodista de Piracicaba, de 23 a 25 de outubro de 2007. Disponível em: <www.unimep.br/phpg/mostra_academica/anais/5mostra/1/59.pdf>. Acesso em: 22 fevereiro 2011.
- [7] FERNANDES, A. A.; ABREU, V. F., Implantando a Governança de TI – da estratégia à gestão dos processos e serviços. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.
- [8] HANNEMAN, R.A.; RIDDLE, M. , Introduction to Social Network Methods. Riverside: University of Califórnia, 2005. Disponível em: <<http://www.faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>>. Acesso em: 05 fevereiro 2011.
- [9] LAZZARINI, S. G., Empresas em rede. São Paulo:Cengage Learning, ISBN:978-85-221-0651-6, 2008.
- [10] MOLLO NETO, M., Análise gráfica das relações em redes de empresas. São Paulo: Universidade Paulista, 2010. Notas de aulas.
- [11] MOLLO NETO, M., WAKER, R. A., GUÉRIOS, R.; Congresso Internacional de Administração, ADM2010, 2010, Ponta Grossa, Avaliação de performance de uma rede intra-organizacional do setor de publicidade com base em análise estrutural. Disponível em: <www.admpg.com.br/2010/down.php?id=1235&q=1>. Acesso em: 20 dezembro 2010.
- [12] MOLLO NETO, M.; NÄÄS, I. A.; VENDRAMETTO, O.; OKANO, M. T., Quantitative Analysis Supported in SNA of the Production Milk Chain in Brazil. In: XVIIth World Congress of the International Commission of Agricultural Engineering (CIGR), 2010, Québec City, Canada. 8th World Congress on Computers in Agriculture (WCCA). Québec: Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB), 2010
- [13] NOGUEIRA, M., CTA – ITIL Foundation – V2 – preparatório para a certificação. São Paulo:CTA informática, 2010.
- [14] STEEL, A. C.; TAN, W. G., Implementation of IT Infrastructure Library (ITIL) in Australia: Progress and Success factors. Auckland: novembro, 2005. Disponível em <http://eprints.usq.edu.au/998/1/Cater-Steel_Tan_IT_Governance.pdf>. Acesso em 2 abril 2011.
- [15] TELEFÔNICA, Tabela de preços para planos de tráfego de longa distância: Planos “meus minutos intra” PA 136 e 154. Disponível em: < http://www.telefonica.com.br/onfiles/pdf/Pymes/Contratos/Voz/Tabela_de_Precos_de_Planos_de_Longa_Distancia_081010.pdf>. Acesso em 14 fevereiro 2011.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: O Processo de Gerenciamento da Capacidade na Utilização da Telefonia VoIP com o uso de Ferramentas de Análise em Redes Sociais

Autores: E. A. de Oliveira, M. Mollo Neto, I. Costa, M. A. Martinez

Orientador: Dr. Mario Mollo Neto

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais do ICECE 2011

Local da Publicação: Guimarães, Portugal

Mês e Ano da Publicação: Setembro de 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Total de páginas: 5

ISBN: 978-85-89549-94-3

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

O PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMO INSTRUMENTO ESTRATÉGICO

Milton Aidar Matinez (UNIP-SP); miltonam@gmail.com

Ivanir Costa (UNIP-SP); icosta11@live.com

José Benedito Sacomano (UNIP-SP); sacomano@terra.com.br

Ivan Pêrsio de Arruda Campos (UNIP-SP); ipdacamp@uol.com.br

Resumo: O Projeto Pedagógico de Curso é o instrumento estratégico definido pelo Ministério da Educação e Cultura que norteia o funcionamento dos cursos no âmbito do Ensino Superior, considerando aspectos sócio-econômicos de sua região de inserção, legislação e perfil do egresso. Este trabalho tem como objetivo a análise do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia da Produção, considerando com elemento principal de sua operacionalização os docentes. São avaliadas também, quais ferramentas de Tecnologia da Informação são atualmente utilizadas para viabilizar sua execução e como estas são empregadas pelos docentes. Como método, será aplicado uma pesquisa tipo *survey* junto aos professores que atuam nos cursos envolvidos com a Engenharia da Produção. Busca-se com esse estudo mapear o uso efetivo da Tecnologia da Informação e analisá-la como ferramenta de apoio, dando ênfase na aplicabilidade dos sistemas integrados para gestão acadêmica e seus módulos pertinentes.

Palavras-chave: INEP; Projeto Pedagógico de Curso; Sistemas Integrados.

1. Introdução

No Brasil as Instituições do Ensino Superior (IES) tanto na área pública como na área privada, são regidas pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) que determina, acompanha e avalia os requisitos mínimos para seu funcionamento. O MEC almeja um ensino de qualidade para seus discentes e condições adequadas de trabalho para seus docentes com a otimização das práticas de comunicação e divulgação da informação aplicada pelas IES. Esses são fatores que envolvem o uso consciente e eficiente da Tecnologia da Informação.

O MEC estabelece que o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), conduzirá todo o sistema de avaliação de cursos superiores no País, produzindo indicadores e um Sistema de Informações (SI) que subsidia tanto o processo de regulamentação, exercido pelo MEC, como permite a transparência dos dados sobre qualidade da educação superior a toda sociedade.

Por sua vez, as IES utilizam como documento formal, para atender estes requisitos, o Projeto Pedagógico de Curso (PPC), no qual descreve, em detalhes, todos os seus componentes integrantes e sua inter-relação em busca de garantir um curso de qualidade e que forme discentes com o perfil necessário para o desenvolvimento de suas atividades profissionais dentro de seu contexto sócio-econômico.

Para a execução do PPC têm-se como elemento chave os docentes que deverão elaborar seus planos pessoais de aula de acordo com as definições declaradas neste documento. Para isso, se faz necessário que estes participem ativamente de sua elaboração e manutenção.

O PPC deve ser utilizado pelas IES com um instrumento estratégico e de Gestão do Conhecimento (GC) para sua prestação de serviço e manuseio do conhecimento entre sua comunidade interna e externa, envolvendo: funcionários, colaboradores, docentes, discentes e a comunidade a sua volta, (Nonaka, 1997).

Segundo Tseng (2008) a GC é um instrumento orientado para que ocorra a inovação. Atua como um processo de orientação na tomada de decisão. Ela é um processo organizacional focado em resultados estratégicos, visa agregar valores aos produtos e serviços em benefícios aos clientes, através de subprocessos que englobam a identificação, a criação, a organização, a disseminação, a avaliação, a mensuração, a retenção e proteção do conhecimento.

O grande desafio das IES está em criar meios para o compartilhamento das informações contidas no PPC para que a comunidade participante possa colaborar com sua melhoria e realizar sua execução de forma integrada com suas rotinas diárias.

A Tecnologia da Informação pode ser utilizada com uma ferramenta de apoio para a implantação e execução do PPC, no âmbito de integrar todos os seus colaboradores, funcionando com um depósito central de informações na propagação do conhecimento entre as partes interessadas, (Kebede, 2011).

Apesar das IES disporem de Sistemas de Informações é notado que não são aplicados de forma estratégica em busca de consolidar as informações e gerar indicadores estratégicos para o direcionamento de efetivas ações. Um bom exemplo disto é o próprio PPC que é desenvolvido de forma isolada através de ferramentas de produção como o MS-Word não oferecendo integração com o Sistema de informação utilizado, (Vendramento, 2009).

O quadro atual dos SI na área educacional não é dos melhores. As IES possuem a centralização de seu processo educacional focado no corpo discente. Tal centralização caracteriza um desconhecimento da própria organização. Atualmente, é alta a demanda por uma gestão administrativa, financeira e acadêmica, que forneça informações confiáveis no momento em que sejam necessárias, (Rezende, 2003).

Em busca de compreender a relação entre o PPC, sua aplicação e propagação através de recursos tecnológicos, este estudo realiza um *Survey* junto aos docentes do curso de Engenharia de Produção de IES para posterior discussão e sugestão de melhorias.

INEP

De acordo com o INEP (2011):

- No objetivo de avaliar os cursos de graduação ofertados pelas IES brasileiras, o INEP utiliza como instrumentos o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) por meio de visitas *in loco* realizadas por professores especialistas e o desempenho dos estudantes, através do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE).

- O ENADE tem por objetivo medir o desenvolvimento intelectual dos alunos, ao longo do curso, dentro das definições de habilidades e competências a serem adquiridas conforme definição do PPC. A avaliação é aplicada anualmente em um grupo de cursos pré-determinados contemplando alunos ingressantes e concluintes, para medir seu grau de conhecimento na entrada e na saída.

- O resultado deste exame ajudará a compor o Conceito Preliminar do Curso (CPC). O processo de avaliação dos cursos de graduação *in loco* será constituído de 3 fases: Autorização, Reconhecimento e por último a Renovação de Reconhecimento.

- Tanto a avaliação de Autorização como a de Reconhecimento considera três dimensões que devem constar do PPC, sendo: organização didático-pedagógica, o corpo docente e técnico administrativo e por último as instalações físicas. Esta avaliação deve ser realizada por dois avaliadores designados pelo INEP.

- Como resultado destas avaliações o curso poderá receber conceitos de 1 a 5 nas dimensões, sendo 3 a média do conceito mínimo aceitável para a condição de aprovação do curso.

- A fase de Autorização, quando aprovada, confere a IES a liberação de abertura do curso. Já o Reconhecimento, deverá ocorrer até a metade do prazo para sua conclusão, momento em que a IES deverá solicitar seu reconhecimento junto ao INEP, que terá com intuito principal, assegurar que as definições constantes no PPC do curso autorizado foram cumpridas.

- Para a Renovação do Reconhecimento do curso será considerado o CPC, que em caso de ser menor que 3, exigirá a avaliação *in loco* por dois avaliadores, os conceitos 3 e 4 receberão visitas somente sob solicitação, já o conceito 5 dispensa a IES de solicitar avaliação *in loco*.

- O INEP busca operacionalizar uma metodologia de avaliação que envolva todas as partes envolvidas nos processos de ensino-aprendizagem, tendo como instrumento norteador o PPC.

- Uma comprovação disto é o próprio ENADE que impacta diretamente no CPC e conseqüentemente na Renovação do Reconhecimento do Curso, ou seja, por maior que seja o esforço de em uma IES em autorizar e posteriormente reconhecer um curso, sua existência dependerá o desempenho comprovado de seus alunos através do ENADE.

- Isso demandará uma nova forma das IES contemplarem o PPC como um novo modelo de ensino-aprendizagem e que envolva cada vez mais os docentes em seu entendimento e aplicação, pois este é o principal elo entre o posicionamento estratégico do curso e sua operacionalização junto aos alunos.

PPC

É o instrumento padronizado pelas IES para a estruturação das informações necessárias na busca do planejamento estratégico de Cursos Superiores ao longo de seu ciclo de vida.

O projeto deve estar alinhado às práticas de Organização Didático-Pedagógicas, considerando o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) que define a participação de todo o seu portfólio de cursos superiores na obtenção de resultados estratégicos para o posicionamento da IES frente a aspectos sócio-econômicos.

Ele deve considerar a participação obrigatória da Comissão Própria de Avaliação (CPA), na aplicação de metodologia de auto-avaliação, que resultará em relatórios com possíveis sugestões de implementações de ações para sua melhoria.

O coordenador de curso age como facilitador da execução do PPC, servindo como integrador entre a IES, docentes, discentes, corpo técnico-administrativo e a sociedade.

O PPC tem como compromisso atender aos objetivos de ensino-aprendizagem considerando: à pesquisa e extensão, o perfil do egresso, número de vagas, metodologia de ensino, atendimento ao discente, estímulo as atividades acadêmicas, estágio supervisionado e atividades complementares.

O desenvolvimento do conteúdo curricular, atendendo as especificações de carga horária mínima e a integração de todos os demais componentes descritos acima, deverá garantir que o egresso obtenha as habilidades e competência descritas pelo curso.

A estruturação do corpo docente deve atender a nomeação de seu Núcleo Docente Estruturante (NDE), que procura desenvolver e atualizar com eficiência o PPC, considerando as sugestões colocadas pela CPA e pelas reuniões de colegiado. A reunião de colegiado, preferencialmente, deverá ser realizada com todo o corpo docente juntamente com um aluno representante do curso.

O NDE deve ser composto pelo coordenador do curso juntamente com 30% dos seus docentes preferencialmente todos com titulação obtida em programas de pós-graduação *stricto sensu* autorizados pela CAPES.

O corpo docente total do curso, deve priorizar a formação *stricto sensu*, regime de trabalho em tempo parcial e integral e experiência no magistério superior de no mínimo 5 anos para obtenção de nota máximo neste item de avaliação.

As instalações físicas devem ser ofertadas considerando: Sala de professores, sala de reuniões, sala de aulas, devidamente adequadas às necessidades previstas. Acesso aos equipamentos, em quantidade suficiente, por parte dos alunos, registro acadêmicos devidamente informatizados.

O acervo bibliográfico e de periódicos devem atender aos títulos especificados no ementário de cada uma das disciplinas componentes do conteúdo curricular de acordo com a quantidade de vagas ofertadas e alunos matriculados.

A infra-estrutura de serviços de laboratórios especializados deve ser montada juntamente com seus regulamentos de uso e segurança, que atendam plenamente a prática das aulas.

As exigências descritas constituem a estrutura mínima para atender as 3 dimensões definidas pelo INEP e deve ser detalhada com documentos comprobatórios.

Devido a quantidade de informações envolvidas no PPC é importante o uso da Tecnologia da Informação (TI) como ferramenta integradora e facilitadora no compartilhamento destas informações através de seus sistemas integrados.

Sistemas de Informação (SI) Integrado

De acordo com Fernandes (2006) o alinhamento estratégico é o ponto de partida para a Governança de Tecnologia da Informação (GTI), considerando a criação de valor para o negócio e aderência a requisitos de *compliance* (conjunto de disciplinas para fazer cumprir as normas legais e regulamentares estabelecidas para as atividades da empresa). Os autores Fernandes & Abreu (2006) relatam que a criação de um portfólio (lista de trabalhos de uma empresa) orienta as ações do dia-a-dia unindo as estratégias de curto, médio e longo prazo à rotina diária das operações e serviços de TI.

A organização da TI é ferramenta fundamental para planejamento estratégico das IES permitindo redução de custos, ampliando sua competitividade e agregando valor ao negócio, (Weill, 2006).

Determinado que o PPC é instrumento estratégico de informação das diversas áreas institucionais, tem-se nas ferramentas de TI o apoio necessário para garantir sua aplicação estratégica(Shi, 2010).

De acordo com Stair (2005), um Sistema de Informação (SI) é um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, manipulam e disseminam dados e informações para proporcionar um mecanismo de realimentação para atingir um objetivo.

As IES utilizam SI para o controle de seus processos administrativos com foco principal em controles financeiros e na gestão acadêmica de seus discentes.

Os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) são constituídos por diversos módulos representantes das diversas áreas de uma organização, mas que apresente integração entre si e são difundidos entre as organizações para satisfazer a necessidade de integração de seus processos de negócio, (Davenport, 1998).

Em busca da melhoria contínua dos processos de negócio de uma organização, pode-se sistematizar sua Gestão do Conhecimento com a aplicação de um sistema ERP promovendo o seu compartilhamento e criação do novo, (McGinnis & Huang, 2007).

Percebe-se que os processos constantes no PPC não são incluídos em seu SI e acabam por não serem considerados na integração com as demais áreas institucionais, que devem trabalhar em pró de atingir seus objetivos.

O PPC não é compartilhado dentro de um fluxo sistemático de informação e seus agentes encontram dificuldades em interagir com este, não permitindo seu acesso de maneira colaborativa.

Nas implementações de ERP Educacional, que já é utilizado por grande parte das IES, é notada a falta de um módulo específico que ofereça suporte ao PPC e a seus subprocessos de funcionamento, devidamente integrado aos demais módulos de produção da IES.

2. Materiais e Métodos

Na busca de adquirir uma visão inicial sobre a efetiva utilização dos Sistemas Integrados de Informações do tipo ERP pela Instituições de Ensino Superior, no objetivo maior de atender as especificações governamentais, será realizado um levantamento do tipo *survey* na modalidade exploratória, (Cauchick, 2010).

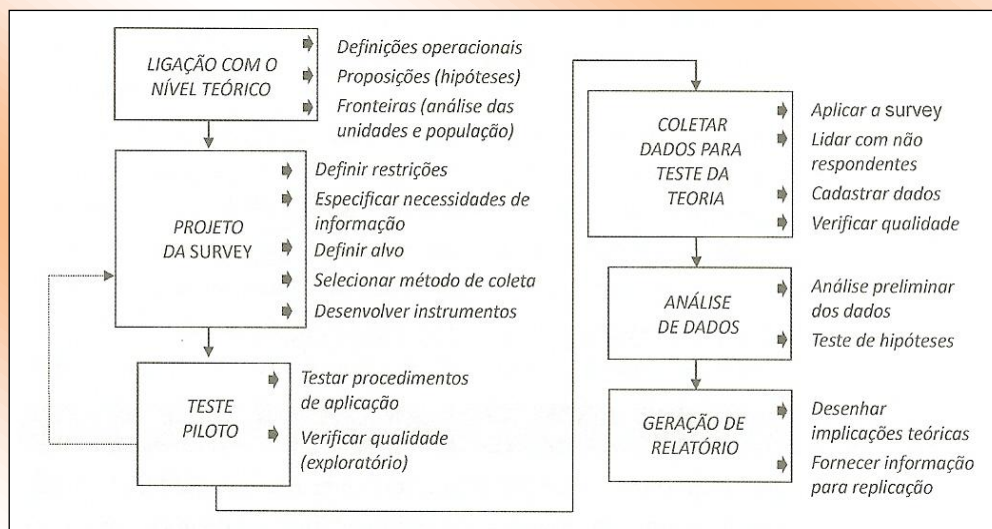


Figura 1 – Etapas de execução de um levantamento do tipo survey (Forza, 2002)

De acordo com a figura 1 será demonstrada a aplicação de cada uma de suas etapas:

Ligação com o nível teórico:

Já apresentado na seção de Introdução deste documento, contemplando os assuntos chaves: INEP, PPC e SI ressaltando a importância de sua integração de forma transparente nas atividades docentes.

Projeto da *Survey*:

Elaboração de um questionário composto por 10 perguntas referente a temática abordada neste trabalho, a ser respondido por um grupo de professores de diversas instituições de ensino superior, de forma anônima, que já apresentavam domínio sobre o assunto decorrente em cada uma das questões, não se fazendo necessário maiores explicações sobre o questionário antes de sua aplicação.

As questões aplicadas foram:

1. A instituição lhe capacitou na utilização de seu sistema integrado (ERP)?
2. O ERP compartilha informações contidas no PPC (Projeto Pedagógico de Curso)?
3. O ERP oferece outras funcionalidades além do lançamento de notas/faltas, envio de materiais de apoio para alunos e reserva de recursos (equipamentos e laboratórios)?
4. Você acredita que o ERP poderia incorporar novas funcionalidades para o apoio à sua atividade docente?
5. Além de incluir dados no ERP você necessita realizar algum tipo de controle em papel para posterior entrega à coordenação do curso?

6. O SI permite que você tenha acesso a relatórios consolidados para a tomada de decisão? Exemplo percentual de alunos faltantes, média de notas da sala, percentual do conteúdo programático cumprido entre outros?

7. O SI engloba as 3 dimensões de avaliação de curso definidas pelo INEP (inserir as 3 dimensões)?

8. O SI da Instituição possui um conjunto de orientações sobre a sua participação no PPC?

9. O ERP pode ser considerado como uma ferramenta estratégica na obtenção dos objetivos dos cursos?

10. O ERP institucional permite ao agente professor atuar nos cursos de acordo com o PPC?

Todas oferecendo como padrão de resposta as alternativas: Pouco ou Parcial ou Muito.

O questionário foi criado através da ferramenta eletrônica *Google Docs*, disponibilizada em <https://docs.google.com/support/bin/answer.py?hl=br&answer=39567>. A ferramenta além de permitir a criação do questionário, disponibiliza um link de acesso direto que poderá ser encaminhado, por exemplo, por e-mail para o grupo de entrevistados previamente selecionado.

O Teste Piloto:

Foi realizado a partir do momento em que o formulário eletrônico já estava em funcionamento, através de seu preenchimento inicial por algumas pessoas selecionadas, acarretando o retorno a etapa “Projeto da Survey” para os devidos ajustes em algumas questões do ponto de vista de compreensão e funcionamento eletrônico, juntamente com testes na forma de armazenamento das respostas capturadas.

Coletar Dados para Teste da Teoria:

Com o formulário criado e validado, foi encaminhado um e-mail, contendo o *link* para acesso online ao formulário eletrônico de pesquisa, para o grupo de professores pré-selecionados que lecionavam nos cursos de Engenharia da Produção de três diferentes Instituições de Ensino Superior sediadas no Estado de São Paulo. Como retorno foram obtidos 8 preenchimentos completos do questionário em questão, sendo considerado suficiente para uma amostragem inicial, que continuará a ser explorada em novos trabalhos.

O preenchimento do formulário é computado de forma online assim que o entrevistado pressiona o botão enviar, gerando uma planilha com todas as respostas preenchidas que poderá ser exportada para diversos aplicativos, como por exemplo, o aplicativo MS-Excel para a extração dos dados.

Análise de Dados:

Os dados preenchidos pelos entrevistados foram exportados para o aplicativo MS-Excel, onde foram aplicadas algumas análises preliminares e testes de hipóteses, priorizando para o apoio das discussões um percentual mínimo de 50% sobre uma das alternativas.

Geração de Relatórios:

A ferramenta *Google Docs* ainda oferece o recurso de criação de gráficos, que foi utilizado neste trabalho com indicador para o desenvolvimento de pesquisa qualitativa que serão demonstrados na sessão de Resultados e Discussões.

3. Resultados e Discussões

Após a geração dos relatórios resultantes da aplicação do levantamento do tipo *survey*, pode-se notar na forma gráfica as resultantes:

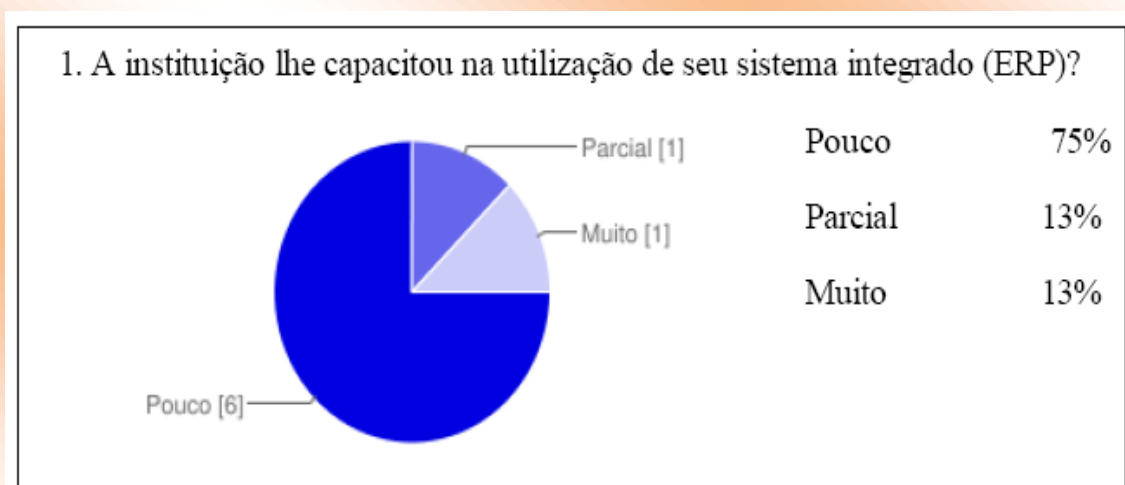


Figura 2 – Gráfico de resultados da pergunta 1

É percebido na figura 2 que ao contrário de sua razão de existência, a IES não valoriza o treinamento como um investimento para resultados futuros através do pleno conhecimento na utilização do Sistema Integrado. A não capacitação culmina em erros de operação por parte dos docentes e a falta de inserção de dados importantes para a gestão do PPC, contribui ainda para a descentralização das informações e desperdício de tempo em sua consolidação.

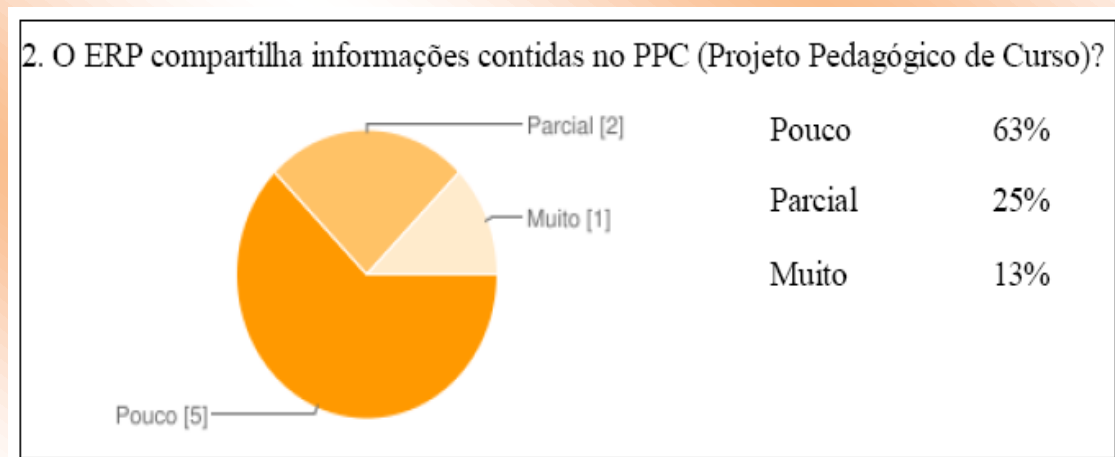


Figura 3 – Gráfico de resultados da pergunta 2

A figura 3 demonstra que o ERP contempla poucas informações contidas no PPC, considerando que este é o instrumento estratégico definido pelo INEP com norteador de todas as atividades pertinentes ao curso superior, entendemos que a IES não integra de forma adequada as atividades diárias do docente ao que foi definido no PPC, dificultando seu entendimento e principalmente sua aplicabilidade.

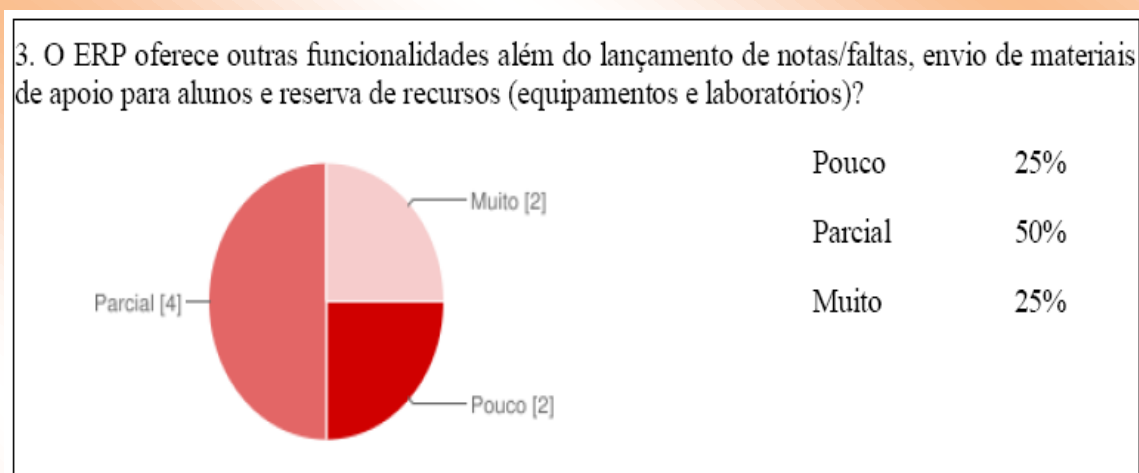


Figura 4 – Gráfico de resultados da pergunta 3

Pode ser notado na figura 4 que o ERP neste caso não se limita apenas as funcionalidades básicas direcionadas as atividades do corpo docente, mas conforme a figura de número 3, também não oferece total integração com o PPC, sinalizando maior preocupação com a execução operacional contrária a execução estratégica no âmbito educacional.

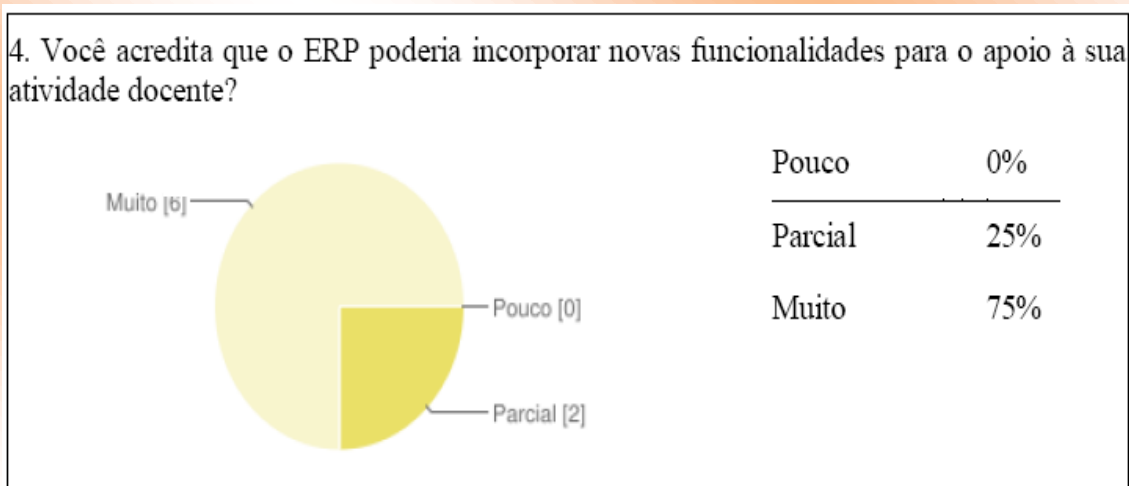


Figura 5 – Gráfico de resultados da pergunta 4

Na figura 5 o predomínio da opção muito indica que o desenvolvimento do Sistema ERP pouco considera a atividade docente como de fundamental importância para a realimentação dos dados que fazem parte do PPC, deixa-se de registrar informações que podem refletir em relatórios gerenciais para a averiguação da efetividade do PPC no dia-a-dia de trabalho do docente.

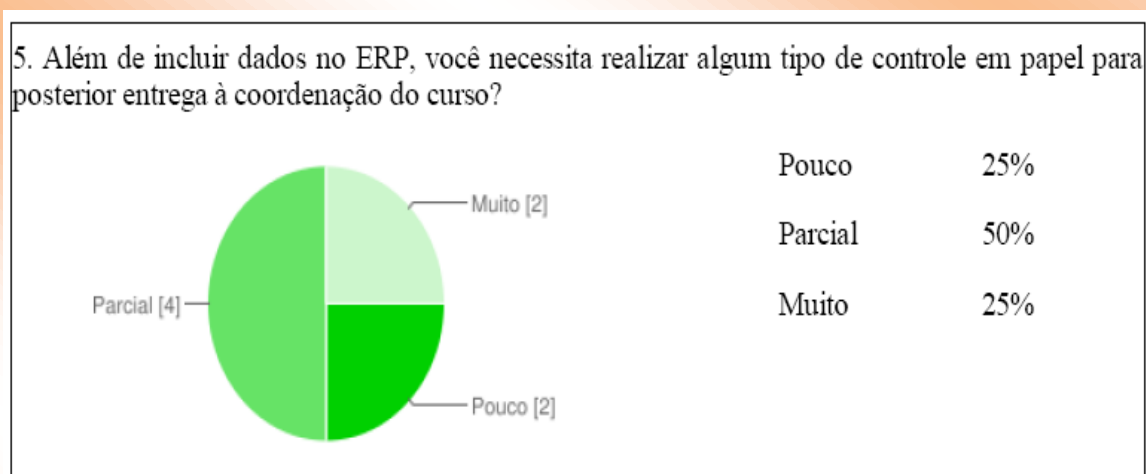


Figura 6 – Gráfico de resultados da pergunta 5

Apesar de não ser predominante, na figura 6 notamos a existência da entrega de documentos em papel, o que novamente conduz o processo a uma descentralização de informações, baixa consistência na geração de relatórios eletrônicos, dificuldades em localizar dados e novamente perda de tempo nos processos de consolidação informações. Considerando que os processos de autorização e reconhecimento de curso envolvem apresentação de dados dos últimos anos de seu funcionamento

do curso, dividir o processo em uma parte informatizada e outra manual, poderá trazer dificuldades comprobatórias comprometendo o processo.

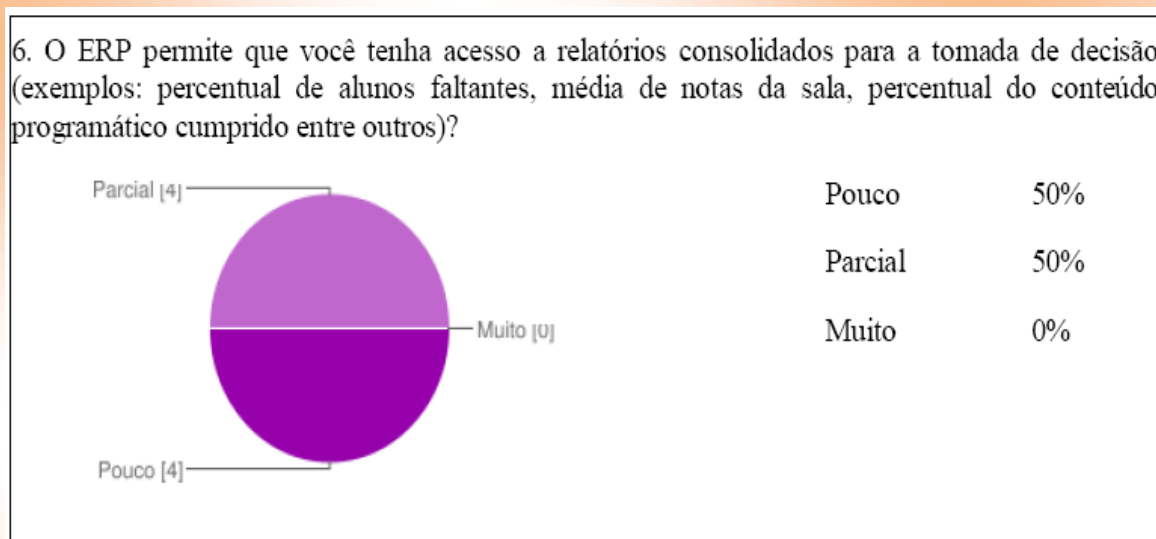


Figura 7 – Gráfico de resultados da pergunta 6

Veja na figura 7 que além de ser um executante do PPC, o docente em virtude de sua proximidade ao corpo discente, necessita de ferramentas que comprovem a eficiência de sua metodologia de aula, tais como relatórios para a tomada de decisão que não se apresentam de forma suficiente. Normalmente estes relatórios existem, mas são de acesso controlado a gestores acadêmicos (coordenadores e diretores).

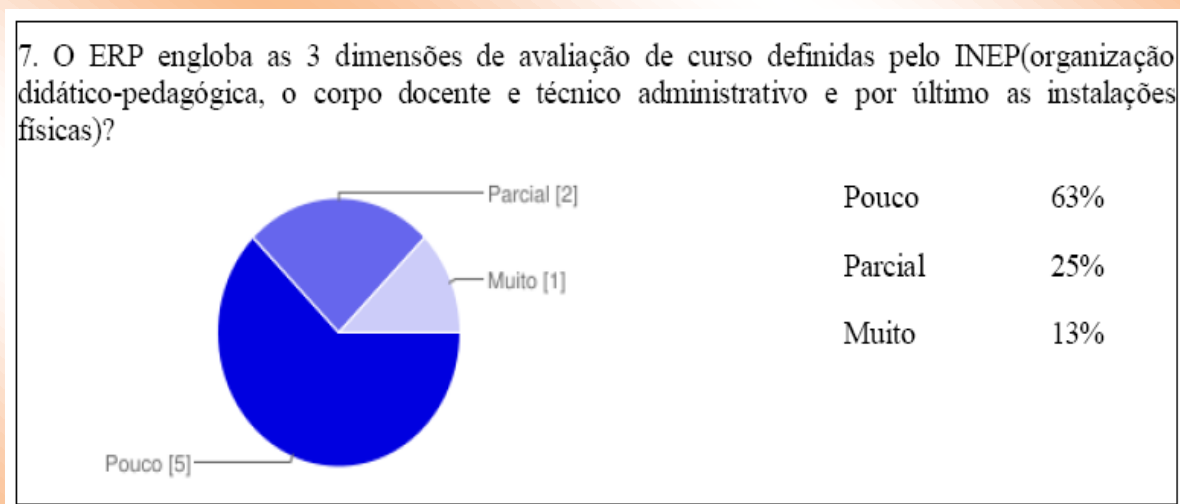


Figura 8 – Gráfico de resultados da pergunta 7

A figura 8 demonstra que o sistema ERP foi desenvolvido considerando regras de negócios de amplitude geral, ou seja, sem considerar as especificidades da área acadêmica e seus órgãos

reguladores. É notado que não oferece integração com as 3 dimensões e que estas informações são tratadas por controles descentralizados em papéis, sistemas independentes entre outros.

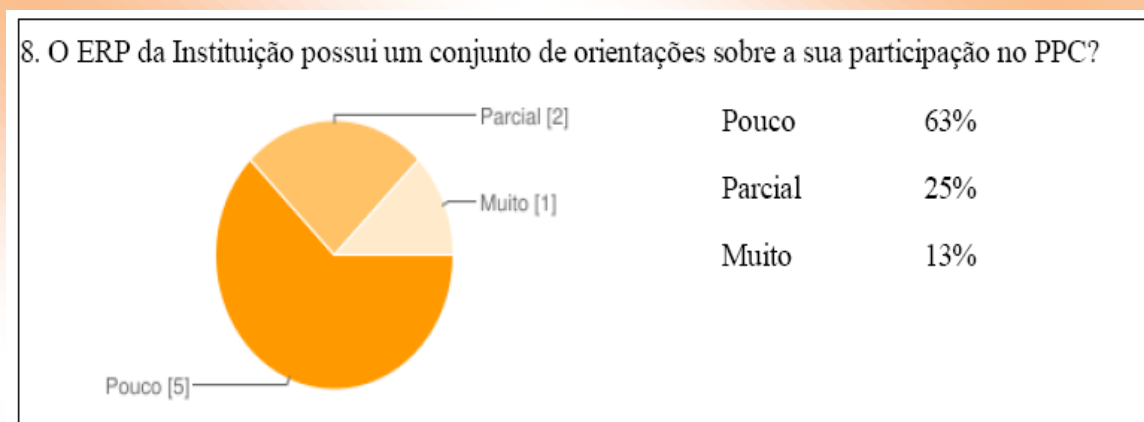


Figura 9 – Gráfico de resultados da pergunta 8

Na figura 9 assim como na figura 8, as respostas se repetem, reforçando a afirmação de que o sistema ERP não atende satisfatoriamente as necessidades do PPC impostas pelo INEP.

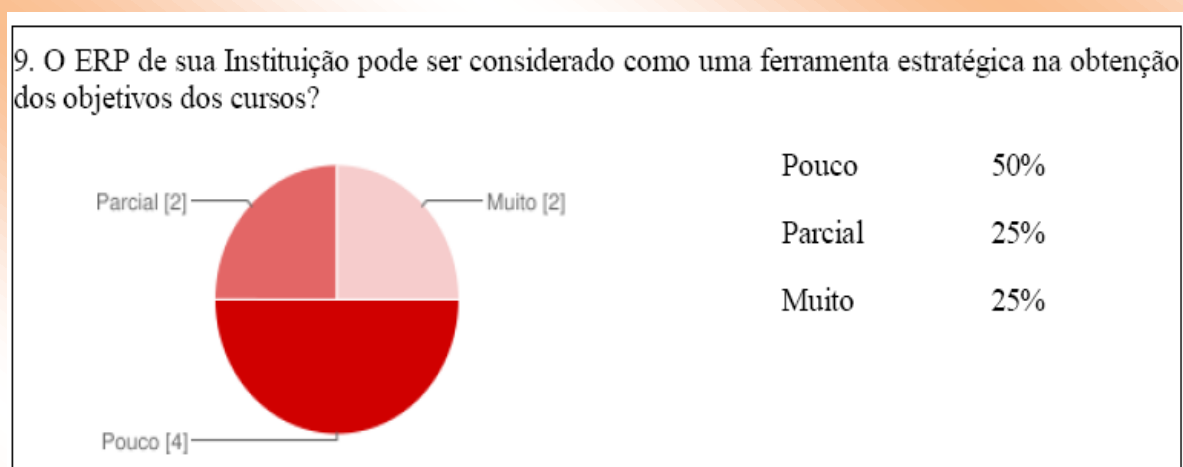


Figura 10 – Gráfico de resultados da pergunta 9

Acompanhando ao diagnosticado na figura 7 na figura 10, o ERP apresenta dificuldades em se comprovar como ferramenta estratégica junto aos cursos, por falta de informações consolidadas de todos os processos envolvidos nas 3 dimensões do INEP, bem como a limitação na disponibilização de relatórios gerenciais.

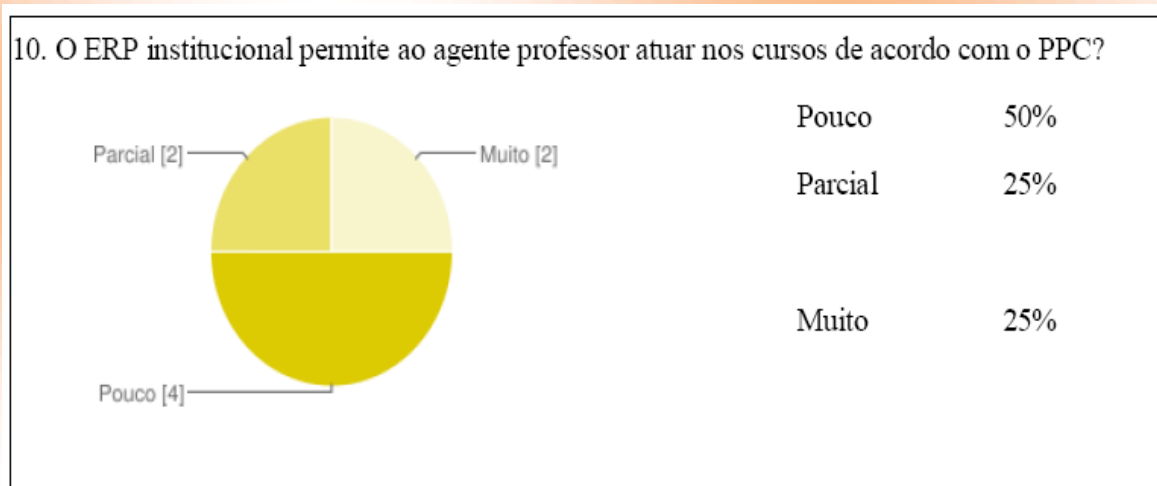


Figura 11 – Gráfico de resultados da pergunta 10

Para finalizar, a figura 11 fortalece o conceito que o manuseio do ERP, por parte do professor, não oferece o mesmo fluxo de processos daqueles definidos no PPC do curso, temos mais um indicativo de que o PPC acaba por ser definido e mantido por uma necessidade imposta no âmbito governamental, mas sem aderência ao sistema ERP acadêmico. O professor em sua atividade acadêmica, convive em um cenário de informações distintas armazenadas de diferentes formas e lugares não tendo uma visão clara de quais seriam as informações constantes no PPC e de qual seria sua participação na condução e colaboração com este.

4. Conclusões

Por meio da aplicação da pesquisa tipo *survey* em um grupo de professores atuantes em cursos superiores de Engenharia de diferentes Instituições, foi possível verificar que o sistema ERP atualmente utilizado não oferece integração satisfatória com o PPC e como consequência não atende as três dimensões de avaliação do INEP. de acordo com as questões de número 07, 08, 09 e 10.

Verificou-se que sua utilização limita-se a inserção básica de dados operacionais sem suporte a exibição de relatórios gerenciais de acesso aos docentes como ferramenta de consolidação e averiguação da efetividade de suas atividades em sala de aula, conforme questões de número: 02, 04, 05 e 06. Os resultados e análises efetuadas apontam para o desenvolvimento de um módulo específico para o manuseio e realimentação do PPC em acordo com as três dimensões de avaliação do INEP, de forma integrada aos demais módulos pertinentes e já existentes.

Como continuidade desta pesquisa será enviado o mesmo questionário para outras IES que possuam cursos Superiores de Engenharia de Produção para seu preenchimento por um número maior de docentes, em busca de certificar-se sobre a proposta efetuada.

Referências

- CAUCHICK, M., P.A.. (organizador), . Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro:Elseiver,2010
- DAVENPORT, T. H. . Putting the enterprise into the enterprise system. Harvard Business Review, 1998
- FERNANDES, A. A.; ABREU, V. F.. Implantando a Governança de TI – da estratégia à gestão dos processos serviços. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.
- INEP: disponível em <<http://portal.inep.gov.br/superior-condicoesdeensino>> Acessado em: 27 ago. 2011
- INEP Resumos Técnicos: disponível em <http://www.inep.gov.br/superior-censosuperior-relatorio_tecnico> Acessado: em 20 abr 2011
- KEBEDE, G. Knowledge management: An information science perspective. International Journal of Information Management. Elsevier, 2010, p. 416-424. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>> Acesso em: 03 mar. 2011.
- NONAKA, I., TAKEUSHI. H., Criação de conhecimento na empresa: como as empresas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro:Campus, 1997.
- REZENDE, D. A. Planejamento de Sistemas de Informação e Informática. São Paulo: Atlas, 2003.
- SHI, N. S.; SILVIUS, G. Enterprise IT Governance, Business Value and Perfomance Measurement. EUA:IGI Global, NY, 2010.
- STAIR, Ralph M., REYNOLDS, George W. Princípios de Sistemas de Informação. 6ª edição. Rio de Janeiro. Editora Thomson: 2005.
- THOMAS C. McGinnis, Zhenyu Huang. Rethinking ERP success: A new perspective from knowledge management and continuous improvement. EUA. Texas, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378720607000705>>. Acessado em: 10/06/2011
- TSENG, S.M. Knowledge management system performance measure index. Expert Systems with Applications, Volume 34, Issue 1, Jan. 2008. p. 734-745. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acessado em: 05 abr. 2011
- TUTORIAL sobre Criação de Formulários Google Docs <<https://docs.google.com/support/bin/answer.py?hl=br&answer=39567>> Acessado em: 20 set. 2011

VENDRAMETTO, O., Gestão do Conhecimento. São Paulo: Universidade Paulista, 2009.

WEILL, P.; ROSS, J. W., Governança de TI – Tecnologia da Informação. São Paulo: M. Books, 2006.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: O Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção como Instrumento Estratégico

Autores: M. A. Matinez, I. Costa, J. B. Sacomano, I. P. de A. Campos

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Sim

Agência de Fomento: PROSUP/CNPq

Título do Meio de Publicação: Anais do IV Sidepro

Local da Publicação: São Paulo, SP, Brasil

Mês e Ano da Publicação: Novembro de 2011

Editora: Universidade Paulista UNIP

Total de páginas: 14

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***OUTSOURCING, MANAGEMENT FLEXIBLE IN
MANUFACTURING FASHION CLOTHING – MFC***

Prof. Dra. Francisca Dantas Mendes (USP) 5light5@uol.com.br

Rua Madre Maria Angélica de Resende, 348, Vila madalena, São Paulo, SP Brasi

Phone. 55-11-38730016

Prof. Ms Romy Tutia (UNIP) romytutia@gmail.com

Rua Machado de Assis, 137 , apto 32, Vila Mariana, São Paulo , Sp Brasil

Phone 55-11-55728832

Prof. Dr. José Benedito Sacomano (UNIP) sacomano@terra.com.br

Rua Francisco Ferreira, 1995, Vila Nery, São Carlos, SP, Brasil

Phone 55-16-97828220

Prof. Dr. José Paulo Alves Fusco (UNESP) jpafusco@ uol.com.br

Rua Madre Maria Angélica de Resende, 348, Vila madalena, São Paulo, SP Brasil

Phone. 55-14-97724085

Abstract: The article reports research on flexibility and agility through outsourcing management in manufacturing Fashion Clothing - MFC, a segment of the textile sector. It is an analytical framework of the Competitive Strategies and priorities outlined by several authors. The brands of fashion apparel in the early twentieth century, were vertical companies who performed all the productive chain. From the year 1980, pass through service companies, to outsource one or more stages of their production processes. The positive response to the return on this investment will come only if accompanied by appropriate strategic plans to produce, through a proper relationship with national and international suppliers. The paper also presents a case study of a fashion company midrange of Brazil, whose processes are executed by sewing service providers according to their specialty sewing.

Keywords: Outsourcing, Fashion, Manufacturing, Clothing, Textile, Strategy, Flexible Subtheme: Organizacional performance and competitiveness

1 Introduction

This paper aims to report the dynamics of the textile production chain with focus on flexibility and agility of MFC and its main characteristics of competitive business strategies.

Fashion moves one gear continues and in constant change. Their movements can be considered spiral, since there is always a return of shapes, colors and textures from time to time, but with a renewed appearance and application of modern technologies in materials and production processes. With the global media time has been reduced, making the product life cycle of fashion apparel increasingly short (Mendes 2010).

The limits of creation and production of fashion garments are quite small, moving a chain that has the participation of several national and international actors to focus on meeting the demand of a buying public eager for innovations in their garments (Mendes 2006).

With the global media, consumers acquire information from fashion trends with spaces from time ever shorter, forcing companies to shorten the time between the development, production and distribution for launches of new products at retail. The brands need more creativity and innovation in developing new products and agility and flexibility in the manufacture of its products to remain competitive.

Methodology

In this study, the methodology and theoretical sources of research have demonstrated that no single theory to provide a set of actions in order to enable data collection and information from an industry segment and company that participates in an empirical setting understudied and documented. Table 1 gives a number of methods to be used for the research. The choice of method lies in the need to seek insights on a particular subject, describing behaviors or sort facts and variables (D.Nakano; R.Berto, 1998; E.Lakatos, M.Marconi, 1991; R.Yin, 1989)

Description	Specifications
Character study	Exploratory or descriptive
Método de abordagem mais amplo	Hypothetical-deductive
Approach	Qualitative
Research methods	- case study - Action research

Table 1 - Summary table of the methodological options –

Source: Table prepared by authors

The observations are made in situ and semi-structured interviews. The goal is to expand theories of the researcher and not to enumerate frequencies, describe and explore situations in which questions "how" and "why" are the basis of research in order to engender features and links theoretical importance. Action Research for the purpose of this work is of great importance when considering the experience of the authors in the field of fashion and its working relationship with the company involved in the research.

Importance of the Textile Sector

World textile sector

The world production of textiles, including wires, filaments, plain fabric, knitted fabric, manufactured home and online articles, confectioned a total of 68 million tons, calculated on total consumption of fibers and filaments 2008. Of this consumption, 40.2 million tons are garments (IEMI 2010).

Currently, 48% of world production of textiles and clothing are made by China and Hong Kong. The United States still stand as the second largest producer of textiles to 7.3% and India as the second largest producer of clothing with 6.1% of world production. Among the five largest producers of textiles and clothing are six countries producing more than 63% of world production, as shown in the table below.

Countries	Textiles (thousand tons.)	Countries	Apparel (thousand tons)
1. China / Hong Kong	32,297	1. China / Hong Kong	19,155
2. USA	4,992	2. India	2,465
3. India	4,809	3. Pakistan	1,486
4. Pakistan	4,145	4. Mexico	1,162
Subtotal	48,072	Subtotal	25,428
Others	19,948	Others	14,766
Total	68,020	Total	40,194

Table 2 - World Textile and apparel production - 2008

Source: IEMI (2010)

According to the WTO - World Trade Organization (ABIT, 2010), the volume of world exports of textiles, fibers, yarns and fabrics in 2008, reached the sum of \$ 250,198 million, and clothing, USD 361,888, resulting in a total of USD 612,086. Up to 53% of this volume is among the five largest exporters, distributed among six countries, as shown in the table below.

Textiles		Apparel		Total		
Countries	USD million	Countries	USD million	Countries	USD million	Part. %
1. China	65,256	1. China	119,978	1. China	185,234	30.3%
2. Germany	19,287	2. Hong Kong	27,908	2. Italy	40,334	6.6%
3. Italy	16,817	3. Italy	23,517	3. Hong Kong	40,164	6.6%
4. USA	12,496	4. Germany	18,045	4. Germany	37,331	6.1%
5. Hong Kong	12,256	5. Turkey	13,591	5. Turkey	22,990	3.8%
Subtotal	126,112	Subtotal	203,039	Subtotal	326,053	53.3%
Others	124,086	Others	158,849	Others	286,033	46.7%
Total	250,198	Total	361,888	Total	612,086	100.0%

Table 3 - Main exporting Countries - 2008 - Source: IEMI (2010)

The United States tops the ranking of the countries largest importers of manufactured textiles and clothing with a total of \$ 106 billion. This represents 17% of world trade in the sector held in 2008. Around 95% of the consumption of clothing for the U.S. population is produced abroad.

It was observed that 40.8% of total world imports of textiles and clothing are concentrated in only seven countries that occupy the first five places in the ranking of participants in international trade, as shown in the table below.

Textiles		Apparel		Total		
Countries	USD million	Countries	USD million	Countries	USD million	Part. %
1. USA	23,128	1. USA	82,464	1. USA	105,592	17.3%
2. Germany	16,683	2. Germany	32,402	2. Germany	49,086	8.0%
3. China	16,228	3. Japan	25,866	3. Japan	32,812	5.4%
4. Hong Kong	12,313	4. United Kingdom	22,301	4. France	31,198	5.1%
5. Italy	11,181	5. France	22,172	5. Hong Kong	30,859	5.0%
Subtotal	79,533	Subtotal	185,205	Subtotal	249,547	40.8%
Others	170,665	Others	176,683	Others	362,539	59.2%
Total	250,198	Total	361,888	Total	612,086	100.0%

Tabela 4 – Main importing countries - 2008 – Fonte: IEMI (2010)

Textile Sector in Brazil

Brazil is producing country and major consumer. Although it is the fifth largest producer of textiles and clothing, in terms of foreign trade, its share is still very small, since it occupies the 28th place among the importing countries and 38 th position in the ranking of exporting countries (IEMI, 2010).

The brazilian textile sector has a workforce intensive and has large number of micro and small enterprises, mainly in confection. The Following tables present data on the textile sector in the brazilian economy.

Textiles	Made ups
4.692 units	25.666 units
351 thousand jobs	1.300 thousand Jobs
2,182 thousand tons/year	1.850 thousand tons/year
USD 21.2 bi production value	USD 44.5 bi production value

Table 5 - Total Segments - 2009 - Source: IEMI (2010)

	Production value 2009 (USD bi)	Number of people employed 2009 (thousand employees)
Total textile chain	47.4	1,639.9
Transformation industry	826.4	9,585.7
Share	5.7%	17.1%

Table 6 - Production value and number people employed - 2009 - Source: IEMI (2010)

Tables 5 and 6 show the importance of the clothing segment in relation to the figures in each item of analysis (number of companies, manpower, production in tonnes and USD).

Theoretical

For this work, among the literature of different authors stand out that more closely match the characteristics of MFC.

Corporate strategy

The business strategy or competitive strategy consists in defining its mission and individual goals, focusing on how the company intends to compete in their markets, without losing sight of the analysis of your competitors. The strategy should be developed in each area of the business, establishing parameters of relationship with their customers, markets, competitors and the company which is part (Slack, 2002), (Porter 1998, 2004), (Zaccarelli, 2001), Contador, (1996) and (Horte, 1987).

According to Porter (1998, 2004), Leadership Focus refers to a particular group of consumers, a segment of the product line, or a geographic market. Leadership Differentiation requires the offering of certain products or services with unique features in the market. The differential can be located in the brand image, design, technology, or custom services, as the network of suppliers, for example. Total Cost Leadership refers to the ability of the organization to achieve maximum performance in relation to its competitors.

Competitive Priorities are a set of consistent goals and attitudes that the company must take to compete in the marketplace. They are: Quality, Flexibility, Performance and Cost of Delivery (Horte, 1987).

In this regard, Counter (1996) distinguished camps of competition and weapons of competition. Camps of competition refers to attributes of interest to the buyer, such as quality and price. Already a weapon of competition is the means by which the company achieves competitive advantages in productivity, quality, process and technology domain.

Garvin (2002) classifies quality as a competitive priority highlighting eight dimensions: performance, features, reliability, durability, compliance, technical assistance, esthetic and image of the product or perceived quality.

Russomanno (1995) defines the Planning and Production Control, PPC, as a set of functions necessary to coordinate the production process in order to obtain products in certain quantities and deadlines.

Godinho (2004), in turn, believes that "Production Planning is related with decisions in terms of: i) what to produce, buy and deliver; ii) how many to produce, buy and deliver; iii) when to produce, buy and deliver and; iv) Who and / or where and / or how to produce. [...] Production Control can be defined as management activity responsible for regulating (planning, coordinating, directing and controlling), [...] the flow of materials in a production system through information and decisions for execution."

Outsourcing

Araujo (2001) defines outsourcing as a practice of "passing the buck", or delegate the execution of a particular task or set of activities, which implies making the method in a permanent process. This allows the company to establish focus on their core business.

Outsourcing, therefore, consists of a practice where one or more parts of the suite of products and services of the supply chain are performed by outside contractors. It is a way to establish a collaborative relationship and interdependence between the companies. (TUTIA, 2007)

Outsourcing means, essentially, the choice of a partnership and complicity with one or more suppliers in the supply chain typically a strategic decision, comprehensive and difficult to reverse. (Pires, 1995).

The process outsourcing in the companies in the fashion clothing was consolidated in the 1980s for several reasons:

Focus efforts on brand awareness, distribution and other activities whose logistics has to be of fundamental importance;

Transfer to other companies, activities in the which it is less efficient;

Reduce costs and simplify process control;

Become a client of another company, opening the possibility of demanding quality and speed of execution of activities (Tutia 2007).

Model flexible arrangement

Due to the acceleration of trade and technological exchange occurred in recent years and the expansion of the consumer market emerged new models of organization with different strategies to compete in this highly competitive market. The corporate strategy and competitive priorities of each company are defined as the way these companies want to act in the market.

According Tachazawa & Scaico (1997), many organizations are making efforts and introducing new experiences in the way of allocating responsibilities, functions to distribute and manage the activities.

The author continues an alternative that presents itself as a viable and flexible organization. An organizational form that proposes the identification and segregation of the production process of supporting processes, and early identification of those who are truly strategic. From this analysis, it becomes possible to establish a strategy to outsource activities related to non-strategic.

Regarding the partnership, which suggests a model for flexible organization is to adopt the subcontracting of activity in external companies. It is recommended to achieve partnerships with companies and external entities in the sense that they complement the current activity carried out internally by the company aimed at customer service.

According to the flexible organizational model T. Tachizawa, O. Scaico, (1997), for the activities of internal processes would use a flexible arrangement, through the outsourcing of service, according to the need of the moment. Another advantage is the flexible organization that can focus on what does and hire specialized companies others do better than her own.

It is necessary for which outsourcing of trade the flexible organizations the use of wholesale companies, dealers, regional distributors, franchise stores and others acting as intermediaries between the company and end consumer.

Figure 1 shows the relationship of the form of a flexible organization in the subcontract suppliers and distributors.

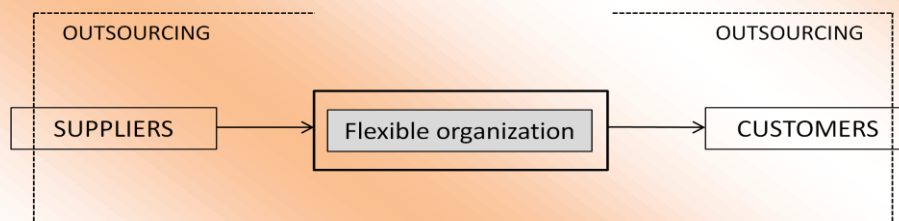


Figure 1 - Model flexible arrangement - Source: Tachizawa, Scaico (1997)

Networks of companies

Casarotto (1998), thinks it is unlikely that a small company can dominate, alone, all stages of a production chain. By forming networks of cooperation, it is perceived that small and medium enterprises, generally more flexible and agile in their processes than large companies, can become equally competitive aggregating the advantages that have the biggest, such as technology, logistics and so on.

According to Ribault et al (1995), the main advantages are:

- a) Each of the companies within a network can deepen specialization. Is in the set of the network that makes the permanence of all the expertise of the activities
- b) Enterprises of a network can thus become a reflection of the economic activity of this network. This is one way to implement the model of the value chain.
- c) Firms are chosen by affinity. Can be a profoundly original network in relation to competitors, giving themselves a high degree of exclusivity.

Supply Chain Management

To Francischini & Gurgel (2002), Supply Chain Management (SCM) deals with the integration of processes that form a particular business, from the original suppliers to end-user, providing products, services and information that add value to the customer. The authors state that the supply chain is a

network of organizations involved in different processes and activities with the aim of producing value in the form of products and services in the hands of the consumer.

According to Leon (1998), business networks are initially formed with the objective of reducing uncertainties and risks, organizing economic activities from the coordination and cooperation between companies. In the formation of networks between companies is possible to configure these as flexible networks of small and medium enterprises, as clusters of companies (groups) or as networks of cooperation, usually as virtual organizations, or Supply Chain Management.

Textile

The textile industry moves a large chain of suppliers and customers among themselves and manufactures products in order to meet the demands of the fashion apparel market.

It covers a heterogeneous network of industries with different structures in relation to the size and number of companies, labor-labor, capital and technological complexity.

These are companies that, stimulated through the cycle of fashion, expected to launch in the market a greater range of innovative products and technology with production times getting shorter.

Figure 1 shows the relationship between producers and consumers of raw materials in detail.

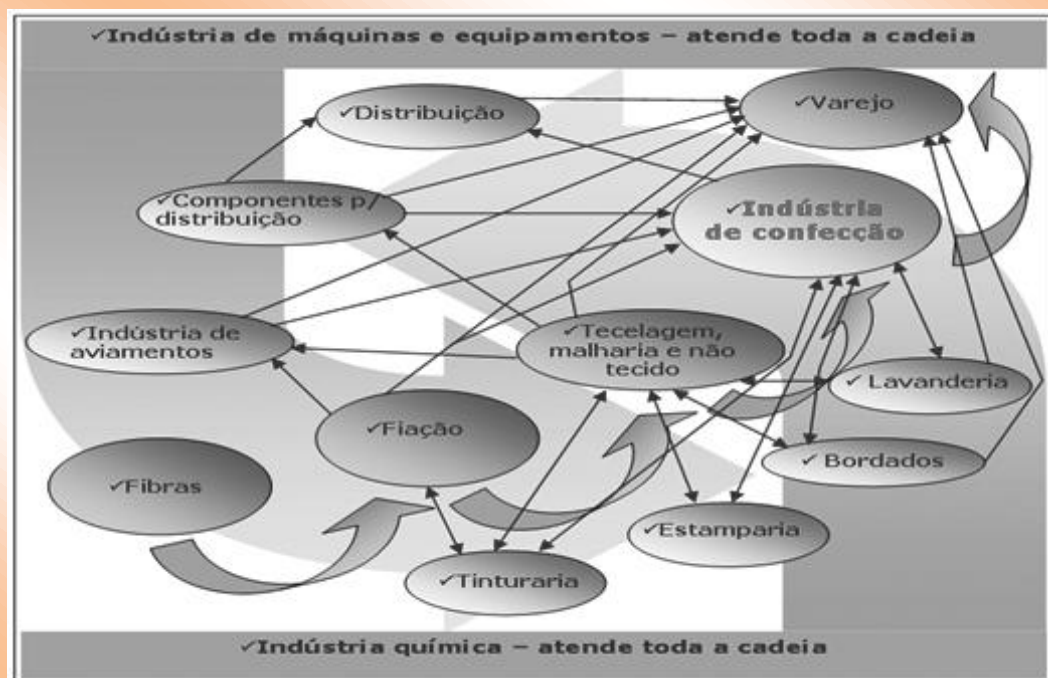


Figure 2 - Textile Chain and its network of business - Source: Mendes (2006)

The main axis consists of companies producing:

- a) Fibers: here involve the agriculture, agribusiness, petrochemicals, chemicals;
- b) Wiring: production of yarns and threads;
- c) Weaving, knitting and nonwoven: production of raw materials;
- d) Confeccion: the final product of the manufacturing industry in the textile chain;
- e) Retail: trade, service and distribution network to the end consumer.

In the surroundings of this chain are companies such as customers and suppliers, that meet the market demand for textiles, clothing and general fashion clothing. These companies are:

- f) Dyeing: processing industry for processing of raw materials of the chain;
- g) Industrial laundries: processing industry for processing of raw materials of the chain;
- h) Embroidery, "corridos", when applied to tissues or "localizados", when applied to parts in certain tissues or isolated areas;
- i) Printworks: "corridos" or "localizados" in the same way that the embroidery;
- j) Trimmings: are products intended for beautification, closing parts of the structure, responsible for meeting the legislation with the mandatory application of labels and normalized by global laws;
- k) Components for distribution: production of the fitting equipment to retail hangers and packaging materials.
- l) Distribution: services include distribution logistics.

Given all the links in the chain are also the industries of machinery and chemicals.

Fashion Clothing Manufacturing - manufacturing segment

One of the main features of the fashion product is its rapid obsolescence visual and its reduced life cycle. For the "innovator public" and "opinion makers", the requirement as to the renewal is immediate, in so far as that each product is being disseminated to the general mass of consumers with exposure in store windows and magazines.

The life cycle of the product is also intended to meet the expectations of different consumers publics: those who seek to highlight the boldest of fashion and style, the "classical" that seek discrete products in the details and the mass public that consumes products known as "fad", or that is, clothes that arouse attention to what signify "being fashionable".

According to Mendes (2006), shortly after the "pret a porter" (ready to wear) in the middle of the twentieth century, arisen specializing clothing factories in follow the trends of Parisian fashion. Small designers developed their creations and hired professionals to streamline and increase

production. From the year 1980, the production grew and began the process of horizontalization with the outsourcing of manufacturing processes less elaborate and sophisticated.

Cruz-Moreira (2003) argues that "... fragmentation of the stages of the production process allows at the same time, the geographic dispersion and mobility of productive activities. It also allows the division of labor and profits in an uneven manner. The existence of production stages intensive in hand labor and the low cost of the working station in the step in the sewing (which remains basically consists of an operator and a sewing machine) favor the generation of employment and, therefore, many governments see these industries as national strategies for industrial development. "

The activities of a company of fashion apparel today consist of researching the trends and local market demand, its consumer market, national and international trends in fashion, available raw materials and their future national or international partners (suppliers and service providers) in order to meet the demands of the globalized market in which customers look for products with high diversity in shape and volume and differentiation of patterns and colors of the products.

It is felt that these companies have a period of high demand caused by releases of collections, at which time a mix of products (pants, shirts, jackets, skirts, etc..) Should be in stores to make a "visual desire" demanded by consumer market for fashion apparel. Each product of that mix is manufactured by different service companies, according to their specialties.

Figure 2 below shows a collection of fashion apparel products.



Figure 3 - Collection of fashion. Source: IFM 2005

"The production process of the clothing industry is characterized by heterogeneous, both in relation to various technological and managerial levels within the same segment, as within enterprises" (Cunha, 2002).

Segment production of clothing

According to Mendes (2006), the clothing products can be distributed across production sectors, the type of raw materials (fabrics and finishes) and, consequently, machinery and production processes.

- underwear - underwear with inputs from different types of fabrics using different types of fibers and filaments, mostly knitted: underpants, panties, bras (Figure 3).
- sleepwear - nightwear products, with inputs from different tissues using various types of fibers and filaments in woven fabrics and knitted: crocheted sweaters, pajamas, baby doll, peignoir, dressing gown, in different models (Figure 4).
- beachwear - beach wear, products with inputs from different tissues using various types of fibers and filaments, especially in knitted: swimsuit, swimwear, bikini, in different models (Figure 5).



Figure 4 – underwear



Figure 5 – sleepwear



Figure 6 – beachwear

Source: advertising material

- sportswear - Its products are intended for sport and include, from the popular sport to top Olympic performances. Usually their products are manufactured using raw materials of mesh: shorts, shirts, sweaters, socks and products specific to certain sports that require special clothing (Figure 6).
- casualwear - leisure clothing. This specialty reaches the wider area of the clothing industry and its products are totally influenced by fashion trends. Their products: short and long pants, t-shirts, blouses, shirts, dresses, dungarees, overalls and a universe of creations that every day come on the market. These pieces use all kinds of woven fabrics or knitted fabrics and trims in all combinations of fibers and filaments and different technologies (Figure 27).

- babywear - baby clothes use different types of tissues, principally using mesh. Its products are sets, blouses, skirts, pants, overalls with long sleeves and long pants, T-shirts in different models (Figure 28).



Figure 7 – sportswear Figure 8 – casualwear Figure 9– babywear

Source: advertising material

- socialwear - social clothes are used on formal occasions. Its products are: suits, jackets, shirts, blazers, dresses and skirts in different models made with plain fabric (Figure 9).
- galadress - these products are intended for situations that require costumes of ceremony, produced from different types of fabrics with different fibers and filaments, especially noble and sophisticated. Its products include bridal gowns, dresses, tuxedos, coats, jackets in different models (Figure 10).
- winterwear - winter clothing, whose products are produced with different types of fabrics and fibers. In Brazil, this type of clothing is only a heavy appearance, but the fabrics are light. Its products are coats of different lengths, jackets, coats, manteau, among others (Figure 11).



Figure 10 – socialwear Figure 11 – galadress Figure 12 – winterwear

Source: publicity material

- workwear - work clothing with products intended for specific activities, according to function: domestic services, police, fire, keepers of cars, services related to the treatment of bees, horses or other animals, etc..The products are: coats, aprons, trousers, shirts and jackets special overalls, etc. And numerous inputs that are applied vary with the intended use: plastic, fabric, mesh, rubber and other materials developed especially for the clothing in question (Figure 12);
- securitywear - safety clothing. They are products with fibers, filaments and fabrics produced with special technology and have the function to protect the body from harsh environments and activities unhealthy and dangerous. They are: overalls, pants, shirt, jacket, apron, gloves, caps (Figure 13).



Figure 13 – workwear Figure 14– securitywear

Source: advertising material

Thus we find the market a large number of specialized workshops in various types of materials according to the level of sophistication and product design in relation to its modeling.

Case Study

Fashion company LITS is in the market for 20 years. Its corporate strategy, is focus and diversification, and as a competitive priority meet a demand for innovative products, considered almost unique fashion. For his collection, each season, are developed more than 350 new products of fashion apparel. The products are highly diverse in aesthetic model, and a number of different tissue types, with varied palette of colors and exclusive prints. These products are manufactured in small quantities.

The LITS fashion company, in partnership with suppliers of fabrics, prints and finishes, is constantly developing new products. The sewing work is performed by service companies that have machines for knitted fabrics and plan and other companies specializing in sophisticated products.

Outsourcing Management is performed by two employees who distribute lots of fabric cut to business service providers sewing previously registered. In this way the company keeps the rate of production of all garments that are part of the mix of product that will be distributed to the market at the same time. Periodic visits are made in the production environment to control the product quality and manufacturing time.

Conclusion

LITS The company uses outsourcing as a strategy, a fact that allows the increase of its productive capacity. According to Slack, this is "the highest level of value-added activity in a given period of time that the process may be performed in conditions normal operation." The ability of a company is determined by how it responds and how it fits the demand.

It is noteworthy the importance of Production Planning and Control in organizing a fashion apparel company. A collection of fashion clothes is composed, usually, of a high volume of diverse and differentiated products, thus building a network of service providers, which presents a management Outsourcing.

The manufacturing segment of the fashion apparel textile chain is recognized as one of the most dynamic of the Brazilian economy. It consists of a large number of companies, among which predominate small enterprises. The survival of this type of business is possible by structural features such as product diversification, flexibility and agility in the production, required for this type of

industry that must develop, launch and produce small batches in a large number of models in each collection (spring / summer and autumn / winter). Thus, companies with greater flexibility in setting and administrative simplicity are the most favored.

By adopting these strategies, companies that opted for outsourcing management at the production of the product, gained competitive advantage and become more flexible, agile and fast in relation to market demand. It was possible to develop new products not limited to a single production process. There was an increase in the number of new products and their diverse shapes, volumes and materials used, reducing the production time of a collection and improving the delivery of products destined for retailers.

The outsourcing enables better management strategies for the "Fashion Garment Manufacturing - MVM" adequate to plans for: production, quality management in the production of products and services and supply chain management. This requires developing a proper relationship with suppliers of materials and services (national and international) and therefore maximize the flexibility of the production company of fashion apparel.

References

- D. A. Garvin, (2002) Gerenciando a Qualidade: visão estratégica e competitiva. Qualitymark, Rio de Janeiro, Brasil.
- D. C. Cunha, (2002). Avaliação dos Resultados da Aplicação de Postponement em uma Grande Malharia e Confecção de Santa Catarina Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil.
- D. Nakano; R. Berto, (1998) Metodologia da pesquisa e a engenharia de Produção. (CD-ROM) In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 18./ Congresso Internacional de Engenharia Industrial,4., Anais. Niterói, UFF/TEP.
- E. Lakatos, M. Marconi, (1991) Fundamentos em metodologia científica. 2.ed, Atlas, São Paulo.
- F. D. Mendes, (2006) Cadeia Têxtil e as Estratégias de Manufatura na Indústria do Vestuário de Moda. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Paulista – São Paulo, Brasil.
- F. D.Mendes; J. B. Sacomano; J.P.A. Fusco, M.A. de A. Santos, (2010) Cadeia Têxtil e a Manufatura do Vestuário de Moda – Uma Estratégia de Negócios - ADM 2010 Congresso Internacional de Administração, São Paulo Brasil.
- Fo. N. Casarotto, L. H. Pires, (1998) Redes de pequenas e médias empresas e desenvolvimento local: estratégias para a conquista da competitividade global com base na experiência italiana. Atlas, São Paulo, Brasil.

- IEMI, (2010) Instituto de Estudos e Marketing Industrial. Relatório Setorial da Cadeia Têxtil Brasileira. Free Press.São Paulo, Brasil
- IFM, (2004) Designer de mode Institut Français de la Mode, Paris, França.
- J. R. Cruz-Moreira, (2003). Industrial upgrading nas cadeias produtivas globais: reflexões a partir das indústrias têxteis e do vestuário de Honduras e do Brasil. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Escola Politécnica Universidade de São Paulo -São Paulo, Brasil.
- L. C. G. Araújo (2001) Tecnologias de gestão organizacional. Atlas, São Paulo, Brasil.
- M. E. Leon, (1995) Uma análise de redes de cooperação das pequenas e médias empresas do setor das telecomunicações.Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil
- M. E. Porter (2004) Estratégia Competitiva, Técnicas para análise de indústrias e concorrência, Elsevier Rio de Janeiro, Brasil.
- M. E. Porter, (1998) Vantagem Competitiva. Criando e Sustentando um Desempenho Superior. 13ª. ed. Campos, Rio de Janeiro, Brasil.
- M. Godinho, (2004) Paradigmas Estratégicos da Gestão de Manufatura: configuração, relações com o Planejamento e Controle da Produção e estudo exploratório na indústria de calçados. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de São Carlos – USP, Brasil.
- M. Ribaut, B. Martinet, D. Lebidois, (1995). A Gestão das Tecnologias. Coleção Gestão & Inovação. Publicações Som Quixote, Lisboa, Portugal.
- N. Slack, S.Chambers, R. Johnston, (2002) Administração da Produção. 2. ed. Atlas São Paulo, Brasil.
- P. Francischini, F. A. Gurgel (2002) Administração de Materiais e do Patrimônio – Ed. Cengage Learning, São Paulo, Brasil.
- R. Tutia (2007). Outsourcing como apoio à estratégia competitiva no segmento de vestuário de moda. Anais SIMPEP 2007, Bauru, São Paulo, Brasil.
- R. Yin, (1989) R. Case Study Reserch, London, Sage.
- S. A. Hörte, P. Lindberg, V. C. Tunalv, (1987) Manufacturing Strategies in Sweden, International Journal of Production Research,Int. J. Prod.
- S. B. Zaccarelli, (2001) Estratégia e sucesso nas empresas. Saraiva São Paulo, Brasil.
- S. Pires, (1995) Gestão Estratégica da Produção. Editora UNIMEP, São Paulo Brasil
- T. C. Contador, (1996) Modelo para aumentar a competitividade industrial. Edgar Bhicher, São Paulo, Brasil.
- T. Tachizawa, O. Scaico, (1997) Organização Flexível. Atlas, São Paulo – SP, Brazil.
- V. H. Russomano, (1995) Planejamento e controle da produção. 5 ed. Pioneira, São Paulo, Brasil.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: *Outsourcing, Management Flexible in Manufacturing Fashion Clothing – MFC*

Autores: F. D. Mendes, J. B. Sacomano

Coautores: J. Mendes, J. P. A. Fusco, R. Tutia

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais do POMS 22nd. Annual Conference

Local da Publicação: Reno, Nevada, USA

Mês e Ano da Publicação: abril 2011

Total de páginas: 12 p.

Apresentação: Não houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas e Operações

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Planejamento e Controle da Produção em Redes de Empresas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

PARQUES URBANOS MUNICIPAIS DE SÃO PAULO: CONTABILIDADE AMBIENTAL EM EMERGIA

M. V. Mariano ^a, C. M. V. B. Almeida ^b, A. P. Z. Santos ^c

a. Universidade Paulista – São Paulo – mirtesmariano@uol.com.br

b. Universidade Paulista – São Paulo – cmvbag@unip.br

c. Universidade Paulista – São Paulo – a_paulasantos@terra.com.br

Resumo: O município de São Paulo vem investindo na implantação de áreas verdes para melhoria da qualidade de vida da população. Neste sentido, a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do município de São Paulo vem ampliando a cobertura vegetal por meio de um programa de arborização e da criação de novos parques urbanos. A implantação dos parques lineares ao longo de cursos de rios e córregos também faz parte dessa diretriz. Este artigo utiliza a contabilidade ambiental em emergia para avaliar dois parques na Zona Leste de São Paulo: o Parque Linear Tiquatira e o Parque Vila Silvia. São contabilizados os fluxos de energia e materiais na manutenção e uso em cada um dos parques. A emergia total do Parque Linear Tiquatira é de $1,52 \times 10^{17}$ seJ/m², sendo 57% referente aos recursos naturais renováveis e 43% dos recursos provenientes da economia. A emergia total do Parque Urbano Vila Silvia é de $1,68 \times 10^{16}$ seJ/m², sendo 9% de recursos naturais renováveis e 91% dos recursos da economia.

Palavras-chave: Emergia, contabilidade ambiental, sustentabilidade ambiental, parques.

1 Introdução

O município de São Paulo possui uma extensão territorial de 1509 quilômetros quadrados com uma população de aproximadamente de 11 milhões de habitantes (FUNDAÇÃO SEADE/SMDU/DIPRO, 2009). Uma população com esta dimensão exige grandes áreas destinadas a moradias, desenvolvimento da agricultura e pecuária, recursos para o desenvolvimento de novas tecnologias, ocasionando, assim, cada vez mais o desmatamento ou a utilização imprópria das áreas verdes.

Estudos desenvolvidos pela Prefeitura Municipal de São Paulo mostram que apenas 16,36% do município é ocupado por áreas verdes, sendo 10,24% na zona urbana e 6,12% na zona rural (SILVA, 1993). Tais dados evidenciam a carência de áreas verdes no município, o que gera uma diminuição da biodiversidade no território, influenciando negativamente na qualidade de vida da população.

Com a intenção de solucionar o problema, a Prefeitura Municipal de São Paulo, por meio da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, lançou em 2008 o Programa “100 parques” incluindo no

programa a implantação de parques lineares, que funcionam como drenos de água, minimizando enchentes, além de também cumprirem a parte social.

Antigamente a noção de “parque” era associada a de uma área extensa, cercada com elementos naturais. Hoje, apresenta-se como um produto direto de uma nova função: o lazer: atividades esportivas e recreativas viabilizadas para todas as classes sociais, com a implantação de quadras poliesportivas, pistas de *cooper*, equipamentos de ginástica em áreas verdes públicas.

Kliass (1993), ao definir parque urbano em São Paulo, reforça a função de lazer e afirma que os parques urbanos responderam às demandas de equipamentos para as atividades de recreação e lazer, mas são, ao mesmo tempo, espaços amenizadores das estruturas urbanas, compensadores das massas edificadas.

A existência e a manutenção de um parque dependem da disponibilidade de fluxos de produtos e serviços (HUANG et al., 2009). Para a conservação de um parque existe um fluxo constante de energia, quer seja na forma de recursos naturais, como também em materiais, pessoas e energia.

A contabilidade em energia da utilização de áreas naturais já foi explorada por diversos pesquisadores. Tilley e Swank (2003) avaliaram o equilíbrio entre a natureza e a humanidade de um projeto para a gestão do ecossistema de uma floresta temperada em Appalachian Mountains. Os autores avaliaram a importância da radiação solar para o desempenho do sistema e sua contribuição para a criação e a manutenção do fluxo de produtos florestais, mantendo benefícios ecológicos, sociais e econômicos. Tilley e Swank (2003) mostraram como a síntese em energia pode ser utilizada para avaliar o equilíbrio econômico-ecológico do investimento humano no sistema natural.

Higgins (2003) discriminou três subsistemas operando nas regiões de *Oak Openings* no noroeste de *Ohio*: o ambiental, o econômico e o cultural. O autor avaliou as dinâmicas de interação entre o meio ambiente, a economia e a cultura na região, e levantou questões sobre a viabilidade desta interação a longo prazo.

Qin et al. (2000) estudaram os pântanos de mangue em *Mai Po*, a maior e mais importante zona úmida de *Hong Kong*, formada por mangues e lagos. Além de sua paisagem, a área atrai uma grande quantidade de aves e serve como criadouro de peixes, camarões e caranguejos. Os pântanos são utilizados para fornecer educação ambiental aos visitantes e por cientistas que fazem pesquisas multidisciplinares em toda a sua área. Este estudo, feito por meio da avaliação em energia, avalia a integração entre a ecologia e a economia dos pântanos e mostra que uma das principais riquezas do ecossistema está relacionada com a educação ambiental oferecida aos visitantes.

O presente artigo tem como objetivo quantificar o investimento da sociedade e da natureza na operação de dois parques na cidade de São Paulo: o Parque Linear Tiquatira, com 320.000 m², e o Parque Vila Silvia, com apenas 4.400 m², ambos situados na Zona Leste da cidade de São Paulo.

2 Metodologia

A *eMergia* é a energia disponível de um determinado tipo, previamente requerida, direta ou indiretamente, para obter um bem ou um serviço (ODUM, 1996). As contribuições de energia para gerar um produto ou serviço são expressas em uma base comum (equivalente solar em Joule, seJ) permitindo sua contabilização. A transformidade ou emergia por unidade fornece uma medida da concentração de emergia e pode ser considerada como um indicador de qualidade por meio da razão entre emergia e energia, sendo sua unidade: seJ/J (GIANNETTI et al., 2006). Quanto maior o valor da transformidade, maior foi o trabalho para obter o produto e, portanto, maior a sua qualidade (ODUM, 1996).

O comportamento do sistema e a sua interação com o meio ambiente são avaliados através dos fluxos renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F) empregados no sistema. O valor do *emdollar* (Em\$), que se obtém dividindo-se o valor de emergia pela relação emergia dólar de uma economia anual, pode ser empregado para estimar o valor de emergia gasto no suporte da atividade econômica humana (ODUM, 2006).

A primeira parte do trabalho consiste na construção de um diagrama de fluxos que compõem o sistema estudado, sejam eles fluxos de recursos naturais renováveis (R) e de recursos provenientes da economia (F). O diagrama apresenta também as interações do processo e suas saídas.

A segunda parte consiste na construção de tabelas contendo os recursos renováveis e os provenientes da economia com seus respectivos valores em emergia e transformidades e *emdollar*. Por fim, a discussão dos resultados obtidos.

3 Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a vista aérea dos dois parques em estudo, ambos localizados na zona leste do município. O Parque Tiquatira é um parque linear com 3 km de extensão e área de 320.000 m², implantado ao longo do córrego Tiquatira, e é utilizado pela população da região.



Figura 1 - Vista aérea dos parques Linear Tiquatira e Vila Sílvia (A).

Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl&q=parque%20linear%20Tiquatira>

Entre os equipamentos oferecidos no Parque Linear Tiquatira estão pista de *cooper* e caminhada, quiosques com mesas e bancos, sanitários, bebedouros, pistas de skate, quadras, campo de futebol, áreas de convivência, anfiteatro aberto e bosques.

O Parque Vila Sílvia, em detalhe na Figura 2, conta atualmente com 4.400 m², possui uma sede administrativa, quadra poliesportiva, paraciclos, *playground*, área de convivência, vestiários com chuveiro e banheiros, edificação com cobertura para atividades socioambientais, sanitários, bancos, bebedouro. Há previsão de implantação de 50.559 m² de área verde para atender à população de um conjunto habitacional e que será monitorada pela associação de moradores. Sua localização o torna um grande mirante que possibilita visualizar extensa parte da várzea do Rio Tietê (Parque Ecológico Tietê).

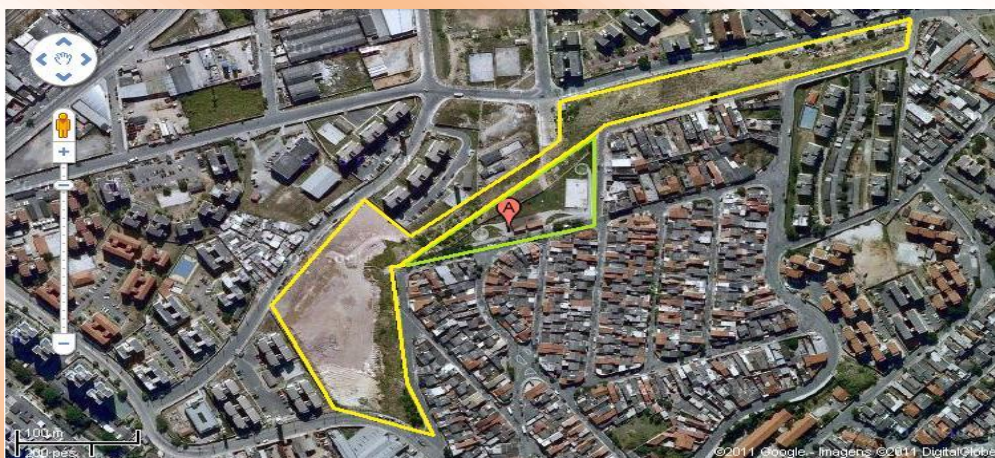


Figura 2 - Parque Urbano Vila Sílvia. Área implantada em verde e área em implantação em amarelo.

Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl&q=parque%20linear%20Vsilvia>

O diagrama de energia do sistema (Figura 3) mostra os fluxos de recursos naturais renováveis (R) que são a chuva, o vento e o Sol. Para a operação de cada um dos parques estudados são necessários recursos da economia (F), tais como materiais (plástico, produtos químicos e algodão) e mão de obra. Além disso, os parques recebem um fluxo de visitantes, os quais levam a experiência na saída do sistema. O diagrama dos parques municipais mostra a produção de biomassa da área verde, os estoques de biomassa e de espécies (animais e vegetais). São apresentadas, também, as infraestruturas (pista de *cooper*, brinquedos, equipamentos para ginástica, etc.) que estão presentes nos parques. À direita do diagrama são ilustradas as saídas do sistema em estudo: recreação, educação e estética.

As Tabelas 1 e 3 mostram os fluxos renováveis e os fluxos provenientes da economia utilizados na operação de cada um dos parques em estudo (Parque Tiquatira e Parque Vila Silvia). Os fluxos não renováveis não foram contabilizados neste estudo. As Tabelas 2 e 4 mostram os custos em dólar por metro quadrado e os custos em *emdollar* por metro quadrado dos recursos renováveis (R) e dos recursos da economia (F).

Os resultados da Tabela 1 mostram que os recursos renováveis e os recursos econômicos representam 57% e 43%, respectivamente, do total dos recursos necessários para a operação do Parque Linear Tiquatira. Neste parque, a mão de obra representa 39% da energia total (R + F) com 19 funcionários. Este percentual é menor que o da contribuição dos recursos renováveis (57%).

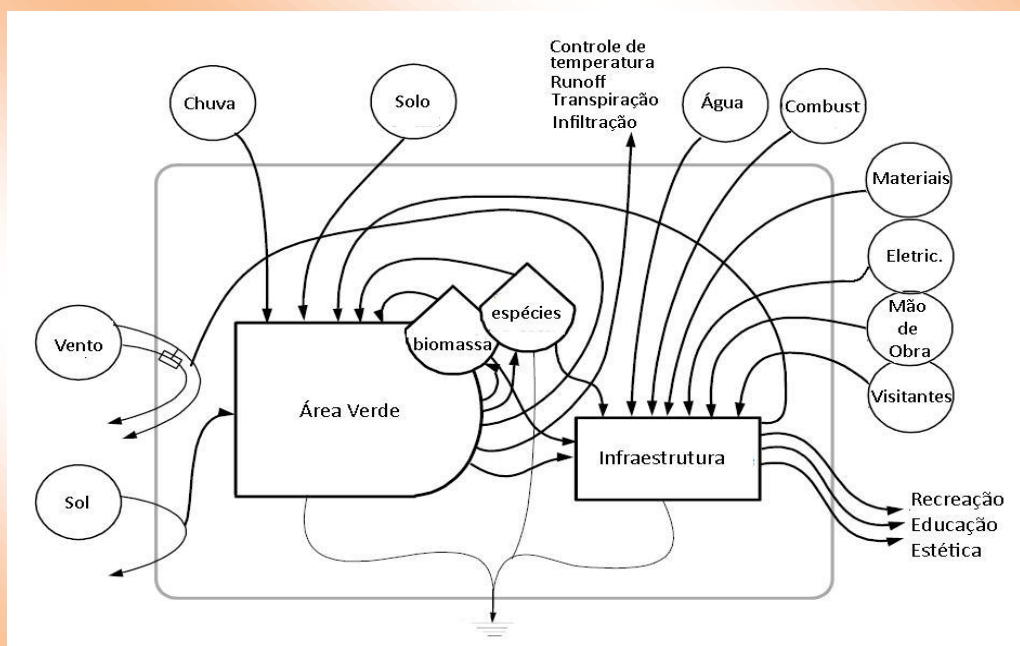


Figura 3 - Diagrama dos fluxos de energia dos parques em avaliação.

Tabela 1 - Contabilidade em energia dos recursos renováveis e dos recursos da economia para operação do Parque Linear Tiquatira.

Operação_Parque Linear Tiquatira						
		Energia	Transformidade	Energia	% total	
	Unidade	(un/ano)	(seJ/unidade)	(seJ)	de	Referências
Renováveis (R)						
Irradiação solar*	J	$1,30 \times 10^{15}$	1	$1,30 \times 10^{15}$	1%	Odum, 1996
Vento*	J	$2,10 \times 10^{12}$	$2,45 \times 10^3$	$5,15 \times 10^{15}$	3%	Odum, 1996
Chuva (química)	J	$2,75 \times 10^{12}$	$3,05 \times 10^4$	$8,39 \times 10^{16}$	55%	Odum, 1996
Chuva (geopotencial)	J	$4,91 \times 10^{10}$	$4,70 \times 10^4$	$2,31 \times 10^{15}$	2%	Odum, 1996
Total dos Recursos Renováveis(R)				$8,62 \times 10^{16}$	57%	
Provenientes da economia (F)						
						Brown e Buranakarn, 2003
Plástico	kg	752,53	$5,75 \times 10^9$	$4,33 \times 10^{12}$	<1%	
Produtos						
Químicos	kg	595,13	$6,38 \times 10^8$	$3,80 \times 10^{11}$	<1%	Odum, 1996
Algodão	kg	1,56	$8,60 \times 10^5$	$1,34 \times 10^6$	<1%	Odum, 1996
Papel	kg	157,51	$2,38 \times 10^9$	$3,75 \times 10^{11}$	<1%	Meillaud et al, 2005
Aço						Brown e
(equipamentos)	kg	1.461.371,99	$4,15 \times 10^9$	$6,06 \times 10^{15}$	4%	Buranakarn, 2003
Mão de obra	J	$1,38 \times 10^{10}$	$4,30 \times 10^6$	$5,93 \times 10^{16}$	39%	Coelho et al., 2002
Total dos Recursos Provenientes da Economia (F)				$6,54 \times 10^{16}$	43%	
Total (R+F)				$1,52 \times 10^{17}$	100%	

*os fluxos provêm de uma mesma fonte e não foram contabilizados para que não ocorra dupla contagem.

A Tabela 2 mostra as diferenças relacionadas aos custos em dólar e em *emdollar* por metro quadrado do Parque Linear Tiquatira. Os custos dos recursos renováveis na operação não são considerados pela economia tradicional. Entretanto, fica evidente que estes custos tanto em energia como em $\text{Em}\$/\text{m}^2$ são semelhantes. Desta forma, pode-se inferir que o custo de operação do parque Tiquatira para a biosfera é aproximadamente o dobro daquele considerado pela economia.

Tabela 2 - Custo em energia e em *emdollar* do Parque Linear Tiquatira. O custo em US\$/m² foi retirado do relatório “Serviços de Conservação de Parques Municipais – Listagem de insumos do grupo Tiquatira” (maio de 2009).

Operação Parque Linear Tiquatira			
	Custo de Operação US\$/m ²	Custo em Energia (seJ/m ²)	Custo de Operação em Em\$/m ²
Renováveis (R)	0	2,69x10 ¹¹	1,42x10 ⁻¹
Provenientes da economia (F)	2,53	2,04x10 ¹¹	1,08x10 ⁻¹

Os resultados da Tabela 3 mostram que os recursos renováveis e os recursos provenientes da economia representam 9% e 91%, respectivamente, do total dos recursos necessários para a conservação do Parque Vila Silvia. A mão de obra representa 89% da energia total dos recursos (R + F) do Parque Vila Silvia com 3 funcionários. Estes resultados indicam que, na fase de implantação, o parque ainda depende mais dos recursos fornecidos pela sociedade do que daqueles fornecidos pela biosfera.

Tabela 3 - Contabilidade em energia dos recursos renováveis e dos recursos da economia para operação do Parque Vila Silvia.

Operação Parque Vila Silvia					
Unidade	Energia (un/ano)	Transformidade (seJ/unidade)	Energia (seJ)	% total de energia	Referências
Renováveis (R)					
Irradiação solar*	J	1,79x10 ¹³	1	1,79x10 ¹³	<1% Odum, 1996
Vento*	J	2,88x10 ¹⁰	2,45x10 ³	7,06x10 ¹³	<1% Odum, 1996
Chuva (química)	J	3,78x10 ¹⁰	3,05x10 ⁴	1,15x10 ¹⁵	7% Odum, 1996
Chuva (geopotencial)	J	6,75x10 ⁹	4,70x10 ⁴	3,17x10 ¹⁴	2% Odum, 1996

Total dos Recursos Renováveis(R)			1,47x10¹⁵	9%	
Provenientes da economia (F)					
					Brown e Buranakarn, 2003
Plástico	kg	47,15	5,75x10 ⁹	2,71x10 ¹¹	<1%
Produtos					
Químicos	kg	271,01	6,38x10 ⁸	1,73x10 ¹¹	<1%
Algodão	kg	3,03	8,60x10 ⁵	2,61x10 ⁶	<1%
					Meillaud et al., 2005
Papel	kg	43,44	2,38x10 ⁹	1,03x10 ¹¹	<1%
Aço					Brown e Buranakarn, 2003
(equipamentos)	kg	80.873,99	4,15x10 ⁹	3,36x10 ¹⁴	2%
Mão de obra	J	3,48x10 ⁹	4,30x10 ⁶	1,50x10 ¹⁶	89%
Total dos Recursos Provenientes da Economia (F)			1,53x10¹⁶	91%	
Total (R+F)			1,68x10¹⁶	100%	

*os fluxos provêm de uma mesma fonte e não foram contabilizados para que não ocorra dupla contagem.

A Tabela 4 mostra as diferenças relacionadas aos custos em dólar e em *emdollar* por metro quadrado do Parque Urbano Vila Silvia. Observa-se que os custos dos recursos renováveis não são considerados na operação pela economia tradicional. Entretanto, os recursos provenientes da economia tanto em energia como em Em\$/m² são aproximadamente 10 vezes maiores do que os recursos renováveis.

Tabela 4 - Custo em energia e em *emdollar* do Parque Vila Silvia. O custo em US\$/m² foi retirado do relatório “Serviços de Conservação de Parques Municipais – Listagem de insumos do grupo Tiquatira (maio de 2009).

Operação Parque Vila Silvia			
	Custo de Operação US/m ²	Custo em Energia (seJ/m ²)	Custo de Operação em Em\$/m ²
Renováveis (R)	0	3,34x10 ¹¹	1,77x10 ⁻¹
Provenientes da economia (F)	71,41	3,48x10 ¹²	1,84

No Parque Linear Tiquatira o valor do custo em energia por metro quadrado dos recursos renováveis e recursos provenientes da economia são semelhantes. Para o Parque Vila Silvia o valor

do custo em energia por metro quadrado dos recursos provenientes da economia é consideravelmente maior que os recursos renováveis. A diferença na distribuição de custos entre os dois parques pode ser explicada pela quantidade de área verde que cada um mantém, já que a área verde do Parque Vila Silvia, prevista para ocupar aproximadamente 50.000 m², ainda não foi implantada.

Uma vez implantada a área verde para o Parque Vila Sílvia, pode-se estimar a contribuição dos recursos renováveis para $1,83 \times 10^{16}$ sej/ano, que resultaria em um balanço entre as entradas de recursos renováveis e econômicos (R/F) de 1,2 : 1, semelhante àquele encontrado para o parque já totalmente implantado Tiquatira, que apresenta uma relação de R/F de 1,3 : 1, o que mostra que a área prevista para implantação de áreas verdes no Parque Vila Silvia o torna equivalente (em termos de custos para a biosfera) ao Parque Linear Tiquatira.

4 Conclusões

A contabilidade ambiental em energia foi utilizada neste estudo para comparação de dois parques: Parque Linear Tiquatira (já implantado) e Parque Urbano da Vila Silvia (em implantação). A avaliação mostrou que o uso dos recursos naturais renováveis e os provenientes da economia são semelhantes em um parque já implantado. Já na fase de implantação, o Parque Vila Silvia depende fortemente dos recursos provenientes da economia. Estes resultados mostram que, independentemente de sua conformação (linear ou urbano), a relação entre os R e F se mantém para os dois parques e depende somente da relação área verde/área de lazer. Entretanto, será necessária uma amostragem maior para convalidar estas conclusões.

Referências

- BROWN, M. T.; BURANAKARN, V., Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. **Resources Conservation and Recycling**. 38, 01-22, 2003.
- COELHO, O.; ORTEGA, E.; COMAR, V. **Balanço de energia do Brasil, 2002**. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C05-Brasil-COC.pdf>>. Acesso em: outubro/2010.
- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B.; BONILLA, S. H. "Comparing emergy accounting with well-known sustainability metrics: The case of Southern Cone Common Market, Mercosur". **Energy Policy**. 38, 3518-3526, 2010.
- HIGGINS, J. B. Emergy analysis of the Oak Openings region. **Ecological Engineering**. 21, 75-109, 2003.

HUANG, S.-L.; CHEN, C.-W., "Urbanization and Socioeconomic Metabolism in Taipei", **Journal of Industrial Ecology**. 13, 75-93, 2009.

KLIASS, R. G. **Parques Urbanos de São Paulo**. Editora Pini, 1993.

MEILLAUD, F.; GAY, J. B.; BROWN, M. T. Evaluation of a building using the emergy method. **Solar Energy**. 79, 204-212, 2005.

ODUM, H. T. **Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making**. New York: John Willey & Sons, INC, 1996.

QIN, P.; WONG, Y. S.; TAM, N. F. Y. Emergy evaluation of Mai Po mangrove marshes. **Ecological Engineering** 16, 271-280, 2000.

SILVA, L. O. **Subsídios para Formulação de uma política para Áreas Verdes no Município de São Paulo**. A Questão Ambiental Urbana: Cidade de São Paulo. São Paulo, p. 425-449, 1993.

SUNDATA, 2010, Disponível em: <www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: junho/2010.

TILLEY, D. R.; SWANK, W. T. Emergy – based environmental systems assessment of a multi-purpose temperate mixed-forest watershed of the southern Appalachian Mountains, USA. **Journal of Environmental Management** 69, 213-227, 2003.

<http://sahel.ees.ufl.edu/frame_database_resources_test.php?search_type=basic&country=BRA>. Acesso em: 21/03/2011.

<http://www9.prefeitura.sp.gov.br/sitesvma/100_parques/>. Acesso em: 08/04/2010.

<<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl&q=parque%20linear%20Tiquatira>>. Acesso em: 10/03/2011.

<<http://sempla.prefeitura.sp.gov.br/infogeral.php>>. Acesso em: 05/04/2010.

Tipo de Produção: Resumo completo

Título do Texto: Parques Urbanos Municipais de São Paulo: Contabilidade Ambiental em Emergia

Autores: M. V. Mariano, C. M. V. B. Almeida, A. P. Z. Santos

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP - Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Avaliação e Aplicação de Ecoindicadores para Desenvolvimento Sustentável

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM REDES DE
EMPRESAS: DIMENSÕES FUNDAMENTAIS CONCEBIDAS
A PARTIR DE UM MODELO CONCEITUAL**

**Sergio Luiz Kyrillos¹, José Benedito Sacomano²,
Francisco José Santos Milreu³, José Barrozo de Souza⁴**

¹ **Sergio Luiz Kyrillos**, Doutorando em Engenharia de Produção – Universidade Paulista (PPGEP - Unip) e Prof. Msc. no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) – Rua Dr. Pedro Vicente, 625 – Canindé – CEP 01109-010, São Paulo, SP, Brazil. kyrillos@cefetsp.br

² **José Benedito Sacomano**, Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo – USP. Orientador de Doutorado da Universidade Paulista (PPGEP – Unip) Rua Dr. Bacelar, 1212, 4º. Andar – Vila Clementino – CEP: 04026-002, São Paulo, SP, Brazil. sacomano@terra.com.br

³ **Francisco José Santos Milreu**, Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista - Unip. Prof. Dr. na Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS) - Rua Dr. Bacelar, 1212, 4º. Andar – Vila Clementino – CEP: 04026-002, São Paulo, SP, Brazil. milreu@uol.com.br

⁴ **José Barrozo de Souza**, Doutorando em Engenharia de Produção – Universidade Paulista (PPGEP - Unip) e Prof. Msc. no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Rua Dr. Bacelar, 1212, 4º. Andar – Vila Clementino – CEP: 04026-002, São Paulo, SP, Brazil. josebarrozo@gmail.com

Abstract: It is relevant both for entrepreneurs and for academics to evaluate the performance of interorganizational networks, once their organizational framework have not only distinguishing characteristics and require specific tools, but also particular management methodologies to reach competitiveness and productivity. Assessing the value added realistically, more than just measuring results, is a key factor when attempting to evolve synergistically, once sharing is a core characteristic of interorganizational networks. The productive organizations embodied in this environment depend upon cohesion, commitment, partnerships and alliances among actors. Developing visibility criteria in the process involving business among the actors can either create network visibility or empower the productive organizations managers in the decision making regarding effectiveness and efficiency in this new organizational paradigm; the organizational architecture inserted in the networks.

Index Terms: Concurrent Networks, Effectiveness, Efficiency, Planning and Production Control, Interorganizational networks.

Introdução

No sentido de buscar eficiência e eficácia, tendo como alvo o sucesso das organizações produtivas (OP), atuantes em um cenário permeado por empresas que dia-a-dia apresentam-se mais competitivas, o entendimento da integração das redes produtivas torna-se fundamental.

Novos pressupostos, paradigmáticos, conduzem à escolha de novas formas de organização da produção e do trabalho enormemente influenciados por avanços tecnológicos, automação, compartilhamento de informações e estreitamento dos nós das redes (ligações entre atores e atividades), cada vez mais significativos e comprometidos com a arquitetura das empresas organizadas em redes.

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo apresentar as principais atitudes capazes de promover ganhos de desempenho no PCP estruturado de forma consistente no ambiente de redes, a partir de pesquisas qualitativas e quantitativas, realizadas em uma manufatureira de cutelaria inserida nesse ambiente, tendo como pressupostos as vinculações apresentadas no modelo conceitual desenvolvido pelo grupo de pesquisas “O Caráter Evolucionário do Planejamento e Controle da Produção (PCP) e as Novas Formas de Organização do Trabalho” (UNIP-CNPq).

Sua relevância é significativa uma vez que é constante e crescente a participação dos atores na definição dos processos e no procedimento gerencial das OP junto aos sistemas de manufatura, quer sejam de produtos ou serviços.

Referencial Teórico

De maneira geral as redes das operações produtivas – assim como parte delas – carecem da análise das conexões que se efetivam com outras operações, uma vez que fazem parte de redes maiores; quer seja do lado dos fornecedores ou do lado das demandas [9].

A referência [2] analisa o sistema de PCP a partir dos preceitos da Teoria da Complexidade. Segundo os autores há um entendimento de que as organizações e seus sistemas são vistos como sistemas complexos adaptativos (SCAs). Nesses sistemas a propriedade básica é a capacidade de ajustar seu comportamento em função das alterações ambientais. Concluem que as implicações da complexidade estão presentes na rotina de trabalho do PCP das empresas.

Redes de Empresas

Em estudo sobre redes, [1] relacionam a importância da gestão tecnológica e a canalização de investimentos sobre esse atributo em busca da competitividade inter-empresas e argumentam que os padrões de competitividade “são derivados dos padrões de demanda e são usados como referenciais para se determinar as ‘melhores práticas’ e as tecnologias organizacionais que otimizam o desempenho competitivo das empresas.

As empresas vêm dia-a-dia se organizando em busca de práticas mais efetivas que as tornem competitivas. O arranjo produtivo em redes, que possui relações inter e intrafirmas, demonstra ser uma boa prática no sentido de se estabelecer uma estratégia vitoriosa para as OP estabelecidas dessa forma. Afirma [15] que as partes ou subgrupos da organização, isoladamente, não têm as mesmas características e comportamentos que o sistema como um todo, isto é, o sistema é mais que a soma de suas partes.

Na referência [6], argumentam que as empresas formam cadeias de valor e estabelecem uma sistemática capaz de examinar as atividades desenvolvidas em várias fases da cadeia de provisão, não apenas na empresa focal, de tal forma que o valor pode ser considerado sob um ponto de vista de estratégia.

Redes simultâneas

Uma rede se forma, de acordo com [10] porque seus membros necessitam implementar soluções para enfrentar desafios compartilhados de negócios e aproveitar oportunidades. Uma vez formada, seu crescimento dependerá de como encontram as necessidades de negócios de seus membros e compartilham decisões de fazer, projetar e implementar estratégias.

O conceito de Redes Simultâneas – *Concurrent Networks* - propõe que uma determinada rede de operações, possa ser composta e analisada por sub-redes nas dimensões de negócios, de valor e física permitindo avaliar se houve maior competitividade a partir de alianças e parcerias estabelecidas.

O modelo das redes simultâneas, conforme [5] apresenta e diferencia três configurações na rede de empresas:

Rede de negócios – as empresas reúnem-se para pesquisar, desenvolver, produzir, distribuir novos produtos e/ou serviços em conjunto para otimizar seus recursos, compartilhar

competências, recursos e conhecimento para alcançar mercados que, sozinhos provavelmente não conseguiriam.

Rede de valor – integram-na todos os agentes que de alguma forma criam ou agregam valor aos produtos e/ou serviços.

Rede física – é de fato aquela que faz os negócios acontecerem concretamente, que movimenta insumos e matérias-primas de fornecedores para as plantas produtivas, produz fisicamente os bens e serviços, movimenta internamente os materiais em processo, armazena e distribui os resultados do processo entre os diversos clientes.

Metodologia do Trabalho

A referência [4] indica que os estudos de processo apontam como melhor escolha metodológica a pesquisa quali-quantitativa. Sobretudo porque os processos estudados na área de engenharia de produção caracterizam-se pela existência de grande número de fatores para os quais o uso ainda não consolidou uma escala para aferir seu desempenho, por um lado e, por outro, pelo fato de as escalas mesmo aquelas representadas por números usualmente não serem cardinais, mas ainda serem simples escalas ordinais.

Corroboram com o argumento de que a pesquisa de predominância quali-quantitativa pode ser utilizada para explorar melhor as questões pouco estruturadas, os territórios ainda não mapeados, os horizontes inexplorados, problemas que envolvem atores, contextos e processos.

Considera as limitações da pesquisa operacional clássica em incorporar sujeitos, objetos e ambientes no contexto de construção do conhecimento e nas metodologias [4].

A referência [1] afirma “para a maioria dos problemas organizacionais não é possível estabelecer uma seqüência rígida de investigação, sendo que a aplicação da pesquisa ação pode ser mais adequada, pois é extremamente flexível, possibilitando o enlace entre prática e teoria, enriquecendo a compreensão dos fenômenos e conceitos teóricos, ao mesmo tempo em que preserva a relação singular pesquisadorcontexto da pesquisa.”

A Empresa Pesquisada e Resultados

A empresa em tela possui representantes comerciais em 18 dos 27 estados da federação, assim como em 2 países da América Latina com foco de atuação no alto-atacado.

Na referência [9], em estudo qualitativo sobre uma empresa de artigos de cutelaria, foi realizada uma pesquisa empírica para desenvolver as condições de análise junto à OP, no que se refere à:

- organização da produção e do trabalho;
- identificação e solução de questões ligadas à competitividade e produtividade.

O procedimento adotado foi da pesquisa-ação, que segue as orientações segundo [15]. Estas se valem de técnicas de obtenção de dados para capturar informações capazes de viabilizar a relação teoria-aplicação, para validação na prática.

Considerar a rede permite compreender fatores que possibilitam viabilizar a competitividade: conhecer o todo para compreender porque clientes e fornecedores agem de forma como agem. Assim é possível obter vantagens competitivas, tais como: redução de custos de estocagem, reprogramação de processos de produção, minimização de falhas e desperdícios, aumento da produtividade e incrementos de lucratividade para toda a cadeia.

A partir de alterações ocorridas no PCP de um dos fornecedores, de aço trefilado, mudanças significativas foram transferidas à empresa focal. Tais alterações efetivaram-se por meio de entendimentos entre a empresa focal, o fornecedor de segunda camada (usina siderúrgica) e o de primeira camada; que possui aliança estratégica com a usina. Benefícios foram constatados sobre toda a rede distribuindo-se desde a segunda camada à montante até os consumidores finais à jusante.

A alteração, no ator posto a montante, consistiu em aumentar as partidas mínimas em *spyderys*. Esta alteração agilizou o fornecimento de fio máquina à trefiladora e em todo o processo produtivo de trefilação.

Nas operações, foram observadas melhorias tanto no que se refere às questões de armazenamento quanto naquelas relacionadas à movimentação pelos setores de manufatura e a circulação de matéria prima, agregadora de custos foi atenuada favorecendo operações que agregam valor.

Considerar a rede inteira permite identificar os nós relevantes, sendo essa análise a chave para entender qualitativamente o PCP de empresas inseridas no ambiente de redes. Um estudo criterioso da rede, ou de parte dela, dá transparência aos segmentos que favorecem sua performance e, ao mesmo tempo, permite visualizar a criação de sistemas de valor capazes de satisfazer todos os atores e, principalmente, os consumidores finais.

A gestão da rede neste caso e pela ótica da OP se mostra mais competitiva quando a mesma se vale da força de distribuição dos atacadistas. Estes possuem grande ramificação, promovem seus produtos, dispõem de capacidade de estocagem e movimentação, além de favorecerem no sentido de

diminuir o custo logístico para que seus produtos cheguem aos varejistas e destes ao consumidor final.

Dessa maneira, por se tratar de pesquisa-ação, o pesquisador participou da aplicação metodológica interagindo com os atores inseridos na rede e, em particular, sobre a OP efetivando ações consideradas necessárias,

- influenciando a prática adotada, no tocante as estratégias do negócio,
- nos resultados obtidos quanto ao comprometimento e compartilhamento de informações e resultados

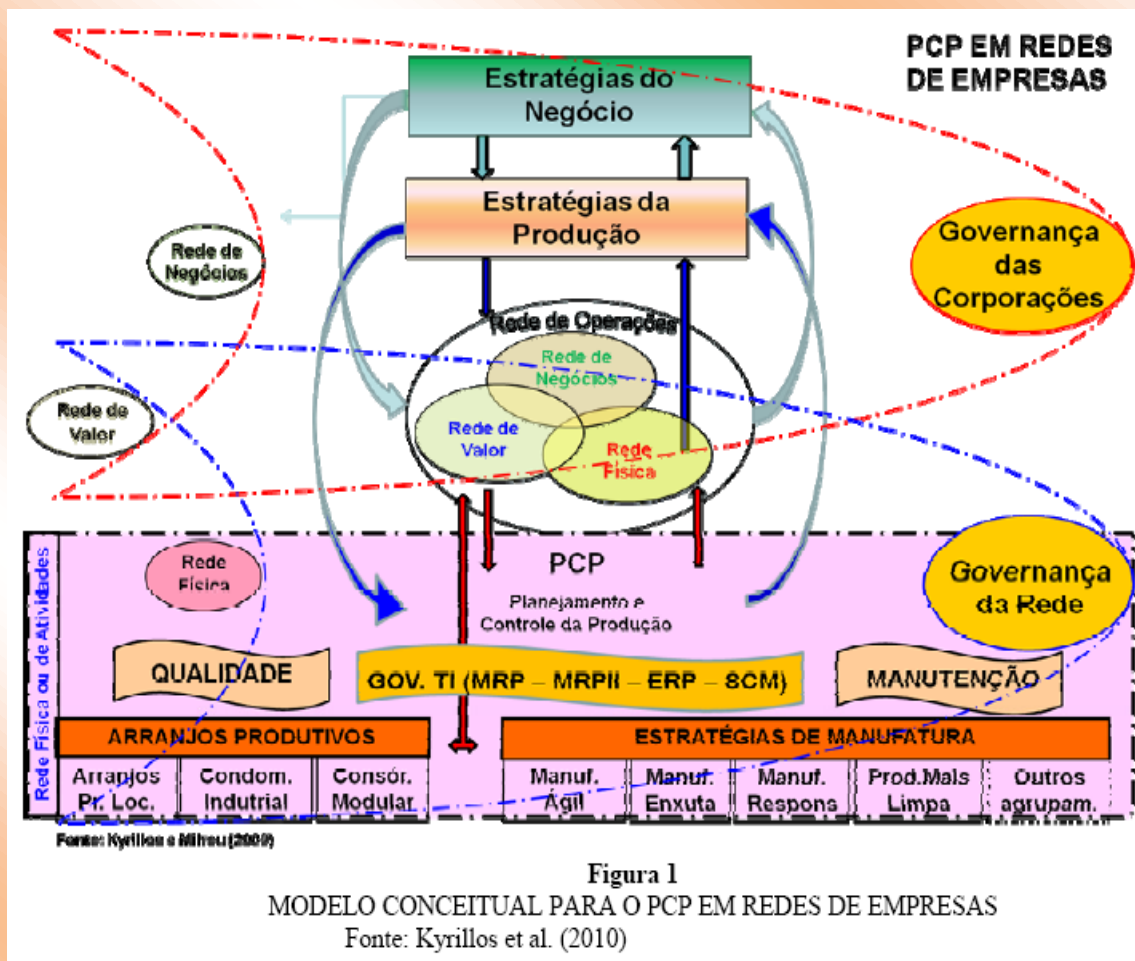
operacionais obtidos, à montante e jusante, incentivando a integração da rede,

- buscando a melhoria da competitividade e lucratividade tanto da manufatureira como dos atores parceiros; quer seja por meio da diminuição do tempo de ciclo e o conseqüente aumento da produtividade para toda a cadeia,

- incentivando a percepção dos clientes, no tocante a prazos de entrega, pós venda e preços de maneira

positiva,

- no estabelecimento das melhores ações que viabilizem um PCP mais competitivo em função da estratégia de produção adotada.



Discussão

A partir do diagrama conceitual representado pela figura 1 em relação a [8], concluem que o PCP para empresas inseridas no ambiente de redes aglutina fluxos de informações e materiais capazes de prever e prover os atores envolvidos nas cadeias produtivas. Os entes produtivos podem contribuir para o fortalecimento das mesmas, fazendo com que a rede de negócios se viabilize através da rede de valor que possui como suporte básico a rede física na qual se encontra a organização em tela.

Na rede física - local onde se efetivam as atividades produtivas - o fluxo de insumos, de capital e as atividades operacionais que envolvem o ambiente tecnológico são fatores determinantes que permitem a conclusão dos negócios no momento previsto, no formato desejado, na quantidade adequada e no local exigido pelos clientes/consumidores.

Na rede física - local onde se efetivam as atividades produtivas - o fluxo de insumos, de capital e as atividades operacionais que envolvem o ambiente tecnológico são fatores determinantes que permitem a conclusão dos negócios no momento previsto, no formato desejado, na quantidade adequada e no local exigido pelos clientes/consumidores.

A governança da rede, circundada pela cápsula azul, contempla a gestão da rede física com as necessárias prescrições dos métodos de produção, quantidades de matéria prima, ordens de fabricação e equipamentos compatíveis. Isso requer uma administração que se envolva com o planejamento e controle do processo de produção.

A análise do caso demonstrou que as alterações postas a montante impactaram sobre inúmeros fatores da empresa focal e, a partir daí, há disseminação sobre a rede de empresas, trazendo benefícios para todos os atores.

Alterações impostas ao PCP do ator de segunda e primeira camadas, postos a montante, produziram alterações na gestão estratégica da empresa focal, exigindo dos administradores da produção, escolhas de alternativas que mostram-se corretas, exigindo bom uso dos recursos disponíveis, para alcançar melhores resultados em competitividade, uma vez houve avanço de 8% em produtos colocados no mercado.

Contabilizado esse avanço, pode-se também quantificar ganhos em lucratividade, já que a redução de custos operacionais aliada ao aumento de itens postos no mercado e a transferência de descontos permitiu ganhos de escala. É importante destacar que um bom efeito colateral, refletiu sobre a organização da produção e do trabalho. Esta tornou-se mais eficiente, posto que a utilização dos recursos foi conduzida de modo mais racional.

A referência [13] contribui em: “buscar a compreensão e o entendimento das mudanças nas organizações é extremamente instigante e não é tarefa simples. Cada organização tem um ‘dialeto’ próprio para a manifestação de como as tarefas se realizam dentro do complexo de informações e relações que compõe a estrutura organizacional. Assemelha-se a um caleidoscópio, sempre mutante aos olhos, mas que mantém rigorosamente sua geometria, enquanto não se muda o instrumento.”

Operar em rede permite estabelecer laços e nós confiáveis, capazes de potencializar recursos reduzir custos, priorizar qualidade, compartilhar responsabilidades quanto ao cumprimento dos prazos. Obter responsividade, entre outros atributos. Implementar um ambiente de empresas em redes implica atingir clientes finais com o tempo em cadência adequada com as demandas do mercado.

Conclusões

Comprovou-se, a partir de alterações efetivadas a montante, reflexos imediatos a jusante, tais como significativos aumentos tanto de competitividade como de lucratividade sobre a empresa focal.

É possível identificar atributos e atitudes que potencializam operações nas empresas em redes, fatores determinantes e suas dependências, conforme a tabela II.

Tabela II
ATRIBUTOS E ATITUDES QUE POTENCIALIZAM
OPERAÇÕES NAS EMPRESAS EM REDE

Atitudes capazes de promover ganhos de desempenho	Dependência
Integração da rede a montante e a jusante	Fluxo de informações e materiais – que atuam em mão dupla
Diminuição do <i>lead time</i> . Longos <i>lead times</i> implicam em respostas lentas às necessidades do cliente	Trabalhar com a dimensão tempo
Takt Time adequado	Definir o ritmo da produção, baseada na demanda imposta pelo mercado
Velocidade de entrega adequada às necessidades do cliente	Comprometimento. A clientela, sensível ao tempo, percebe os esforços de bom atendimento. Os vínculos se fortalecem
Relação entre a extensão do canal logístico e o estoque nele contido	Períodos de permanência do produto no canal, geram aumento nos custos e a perda, proporcional, de competitividade
Alinhamento entre as estratégias de operação e as estratégias do negócio	Compartilhamento e sincronia entre a visão corporativa, objetivos de desempenho e missão
Projeção da marca em função das requisições do mercado e diversidade de produtos	Inovações com caráter de gestão, operações e tecnológicas dentro da área de atuação

Fonte: desenvolvido pelo grupo de estudos “O Caráter Evolucionário do Planejamento e Controle da Produção e as Novas Formas de Organização do Trabalho” (UNIP-CNPq).

Foi possível comprovar, por meio quantitativo, a condução da empresa em tela para patamares mais elevados de eficiência e eficácia, a partir da operação dos PCP's, das unidades autônomas, comprometidos com um ambiente de redes de empresas.

A figura 2 apresenta um diagrama sucinto onde se demonstra a existência (viabilizada por meio dos nós e laços) de compartilhamentos entre os atores da rede. O PCP em redes de empresas trata da evolução do pensamento administrativo e tem como meta o aumento da eficácia e da eficiência, promotores de ganhos em lucratividade e competitividade. Operar no ambiente de redes implica atuar em mercados que se apresentam cada vez mais exigentes.

Na figura 4 percebe-se uma base dependente do compartilhamento do fluxo de informações que circulam pela rede e do comprometimento operacional entre atores no sentido de obter uma efetiva coordenação da produção, uma competente gestão materiais na rede de operações, o estabelecimento efetivo de alianças e parcerias entre atores favorecendo a distribuição e o avanço sobre o mercado.

O PCP em redes é uma das melhores alternativas para solucionar os entraves de um mercado que requer respostas cada vez mais eficazes das OP e que necessitam de foco, objetivos claros e eficiência integrando as redes físicas, de negócios e de valor.



Reduzir custos, compreender como as empresas utilizam sua competência relacional cria e desenvolve vantagens competitivas capazes de oferecer aos clientes inter e intra empresas criando valor para toda a rede.

Finalizando, cabe ressaltar que o quadro de estudos aqui apresentado é geral, entretanto, poderá ser direcionado para outros campos da engenharia de produção, em particular para os casos em que as empresas de manufatura estejam inseridas num ambiente de redes com atividades que interferem sobre o crescimento sinérgico e com poder de gerar desenvolvimento competitivo para toda a cadeia produtiva.

Referências

[1] BARBOSA, Fabio Alves; SACOMANO, José Benedito e PORTO, Arthur José Vieira. Metodologia de análise para redes interorganizacionais: competitividade e tecnologia. Gestão e Produção [online]. 2007, vol.14, n.2, pp. 411-423.

- [2] DUTRA, Fernando Augusto Ferreira e ERDMANN, Rolf Hermann. Análise do planejamento e controle da produção sob a ótica da Teoria da Complexidade. Prod. [online]. 2007, vol.17, n.2, pp. 407-419.
- [3] DRUCKER, Peter F.; e MACIARIELLO, Joseph A.: O Gerente Eficaz em Ação - Uma Agenda para Fazer as Coisas Certas. Editora LTC. 2009, pp. 17-20.
- [4] ESSLIN, Leonardo e VIANNA, William Barbosa. O design na pesquisa quali-quantitativa em engenharia de produção: Questões epistemológicas. Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis (SC) Brasil. Revista Produção on line. ISSN 1676-1901 vol. 8, n. 1, março de 2008. www.producaoonline.inf.br Acesso em: 17.04.2010.
- [5] FUSCO, J. P. A.; GOBBO JUNIOR, J. A.; BUOSI, G. R. C.; RUBIATO, R. C. Competition in a Global Economy: Towards a Concurrent Network Model. Anais. Fontainebleau: Euroma, 2004.
- [6] GATTORNA, J. L. and WALTERS, D. W.: Managing the supply chain – A strategic perspective. MacMillan Press Limited. 1996, pp 07-25..
- [7] HAMMER, M.: Além da Reengenharia. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1997.
- [8] KYRILLOS, Sergio Luiz; MILREU, Francisco José Santos; SACOMANO, José Benedito: Fatores determinantes para o PCP em Redes de Empresas. XVI Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP, Faculdade de Engenharia de Bauru, FEB-UNESP, 2009.
- [9] KYRILLOS, Sergio Luiz; MILREU, Francisco José Santos; SACOMANO, José Benedito; SOUZA, José Barrozo; FUSCO, José Paulo Alves: Adaptação da produção aos objetivos de competitividade e produtividade: A pesquisa-ação em uma manufatureira de cutelaria inserida em rede. XXX Encontro nacional de engenharia de produção (ENEGEP). São Carlos, SP, 2010.
- [10] MILREU, Francisco José Santos. Estratégias, fatores e atributos para a estruturação do Planejamento e Controle da Produção em Redes de Empresas. / Francisco José Santos Milreu. – São Paulo, 2011.
- [11] PAROLINI, Cinzia.: The Value Net – a Tool for Competitive Strategy. John Wiley & Sons. Chichester. 1999, pp. 8-16.
- [12] PORTER, Michael Eugene: Estratégia competitiva. Técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1996, pp. 16-18.
- [13] SACOMANO Neto, Mário; ESCRIVÃO Filho, Edmundo. Estrutura organizacional e equipes de trabalho: Estudo da mudança organizacional em quatro grandes empresas industriais. Revista Gestão e Produção v.7, n.2, p. 136-145, ago. 2000, pp. 136-145.
- [14] SILVA, M.T.: A Empresa Moderna. In: Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa. 1ª ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1997, pp. 14-17.
- [15] THIOLENT, Michel. Pesquisa-ação nas organizações. São Paulo: Atlas, 1997, pp. 13-27.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Planejamento e Controle da Produção em Redes de Empresas: Dimensões Fundamentais Concebidas a Partir de um Modelo Conceitual

Autores: S. L. Kyrillos, J. B. Sacomano

Coautores: F. J. S. Milreu, J. B. de Souza

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais do *VII International Conference on Engineering and Computer Education*

Local da Publicação: Guimarães, Portugal

Mês e Ano da Publicação: setembro 2011

Total de páginas: 10 p.

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operações

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: O Caráter Evolucionário do Planejamento e Controle da Produção e as Novas formas de Organização do Trabalho

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NAS EMPRESAS INSERIDAS NO AMBIENTE DE REDES: IMPLICAÇÕES PARA OCORRÊNCIA DE UM DESENVOLVIMENTO COM BASES SUSTENTÁVEIS

S. L. Kyrillos^a, J. B. Sacomano^b, J. B. de Souza^c, F. J. S. Milreu^d

a. Universidade Paulista – IFSP, São Paulo kyrillos@cefetsp.br

b. Universidade Paulista – São Paulo sacomano@terra.com.br

c. Universidade Paulista – IFES, São Paulo jbarrozo@gmail.com

d. Universidade Paulista – USCS, São Paulo milreu@uol.com.br

Abstract: According the requirements of the global market it is clear that the economic growth models, based on the exploitation of nature, show clear signs of exhaustion. So is necessary a new vision of manufacturing strategy, linked to the Planning and Production Control with the objective of achieving both competitiveness and productivity to achieve goals and accomplish goals. The Brazilian business units, in accordance of the new demands imposed by the global market, are under pressure from domestic regulatory authorities, international organizations, social agencies and others organisms. Is necessary that the business units will use appropriate technologies to manufacturing. So increase awareness and employee training and print a professional management to business based on sustainable manufacturing is fundamental. If this occurs, Brazil may be one of most important countries in the business competitive global scenario. Thus, consider the business strategies in conjunction with the production strategies and management tools, under the aegis of development with sustainable basis it becomes important, since the production costs are very sensitive in function the current environment, highly competitive.

Keywords: Business networks, Planning and Production Control, Sustainable Development.

1 Introdução

Unidades de negócios dependentes de estratégias de manufatura envolvem, no contexto global, relações de caráter paradigmático quanto ao Planejamento e Controle da Produção - PCP.

Considerando o ponto de vista da estratégia dos negócios, o planejamento de capacidade de produção, o planejamento de materiais e o planejamento da demanda agregada são atividades críticas e, conforme nos ensinam Mac Carthy e Fernandes (2000) o sistema de produção industrial, entendido como "o conjunto de elementos físicos, humanos e de procedimentos gerenciais projetados de maneira inter- relacionada" deve ser capaz de agregar valor aos produtos de tal forma que essa

atividade promova um diferencial considerável e superior ao total dos custos despendidos para obtê-los.

O entendimento sistêmico das unidades de negócios - U.N, considerando que os processos de manufatura possuem um envolvimento considerável com a questão ambiental; contemplando estratégias sustentáveis em todas as fases, desde o consumo de matérias primas e energia, até o controle do fluxo de efluentes, torna-se mais consistente quando comparado aos modelos convencionais que priorizam apenas ganhos econômicos financeiros em detrimento do desenvolvimento sustentável.

Análises isoladas devem ser desconsideradas, ao mesmo tempo em que a concepção de padrões de atuação que envolva os efeitos sobre toda a cadeia produtiva precisam se tornar focais. Incluir princípios da sustentabilidade ao PCP trará vantagens competitivas além daquelas que tradicionalmente fazem parte de seu escopo; tais como: quesitos de agilidade, flexibilidade, qualidade, recursos materiais, financeiros, humanos e de fluxo de informações.

Conforme Fligstein (1996) é função da habilidade desenvolvida pela gerência das organizações produtivas a concepção dos atributos de controle capazes de conduzi-las ao sucesso.

2 Referencial Teórico

2.1 PCP e redes de empresas

Organizar a produção e o trabalho requer a utilização de informações que permitam planejar, controlar e produzir considerando aspectos que remetam à boa utilização da capacidade tecnológica instalada vislumbrando, em maior ou menor grau, o sucesso da unidade de negócios. Hoje, a noção de PCP impõem um conjunto de valores que incluam considerações sobre as mudanças climáticas, as implicações sobre a organização econômica e financeira interna à O.P. e seus reflexos sobre a comunidade onde atua.

A política pública também é um item importante que integra pauta vinculada aos sistemas de gestão dos negócios e da produção.

A competitividade da O.P dependera de um PCP capaz de contribuir no sentido de evitar acidentes ambientais, para a redução da poluição do ar e das águas, do consumo de energia, dos resíduos e substâncias tóxicas.

Planejar e controlar a produção em um ambiente de redes faz com que seja determinante um desenvolvimento capaz de articular questões de caráter eminentemente voltado à produção, que vem constantemente sendo atrelados aos valores de cunho ambiental e social.

Dessa forma o PCP em rede produzirá atitudes que servirão como suporte para discutir o legado que se pretende deixar para as gerações vindouras; no sentido de indicar os rumos que apontam para um desenvolvimento com bases sustentáveis.

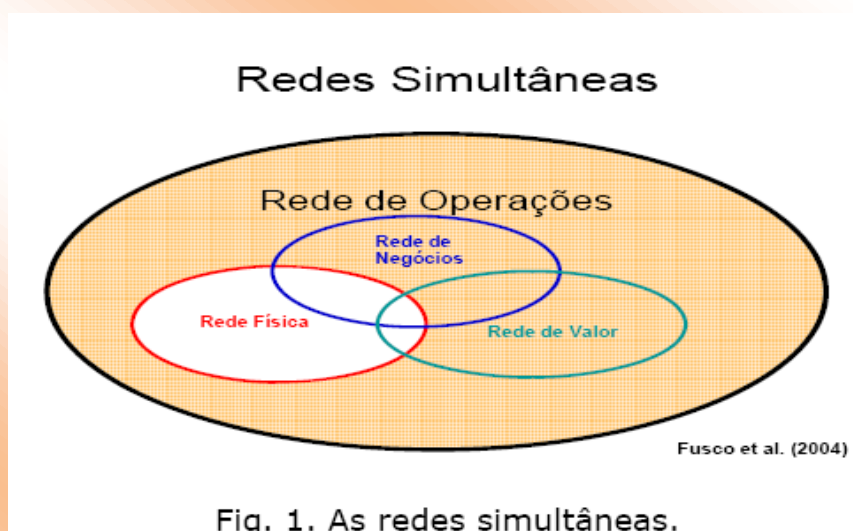
“Esse desafio, aparentemente, enclausura uma era de análise de ordem econômica envolvendo lucratividade e apresenta outras dimensões mais ricas e complexas.

Novos atores, tais como a sociedade civil, estados, organizações produtivas, grandes conglomerados, articulados e críticos deverão - por meio de um debate analítico e reflexivo - apontar novas possibilidades que envolvam a questão do crescimento versus o desenvolvimento com base na sustentabilidade.” KYRILLOS et al. (2010).

As empresas organizadas em redes estabelecem relações funcionais profundas e os modelos atuais não tem conseguido dar respostas às solicitações dos atores – intra e interorganizacionais – uma vez que os acordos existentes mostram-se complexos e as demandas promovidas pela sociedade são, dia-a-dia, mais rigorosas quanto aos índices de desenvolvimento humano (IDH), à pegada ecológica, à pegada hidrológica assim como quanto aos de Índices de Sustentabilidade Ambiental (ISA) entre os quais podemos mencionar:

- 1) Qualidade do Ar, da Água, dos Solos,
- 2) Consumo e desperdícios,
- 3) Pressão demográfica, Poluição, Saúde e Estresse ambiental,
- 4) Eco eficiência em Ciência & Tecnologia e governança ambiental,
- 5) Índices de Transbordamento, Responsabilidade Global e as Emissões de gases estufa.

Fusco et al. (2004), entendem que as redes simultâneas compostas pela redes de negócios, valor e física, permitem avaliar a competitividade a partir de alianças e parcerias firmadas de maneira estratégica num ambiente em constante mudança e em processo de integração, conforme a Fig.1, a seguir.



2.2 Cultivando novos valores

A gestão de impactos ambientais, respeitados os quesitos ISO 14001, permite estabelecer e operar sistemas de manufatura em UN mantendo consideráveis os níveis de lucratividade; sendo o respeito aos padrões de manutenção e respeito ao meio ambiente um fator de vantagem competitiva.

Os gastos com medidas ambientais são usualmente apresentados como justificativa para o abrandamento de medidas de controle ambiental uma vez que estes gastos reduzem a competitividade dos produtos nacionais frente aos originários de países onde tais controles são inexistentes. Young e Lustosa (2007) demonstram que esse é um argumento fraco apresentado pelas indústrias brasileiras e que as relações das mesmas com o meio ambiente é displicente. Adiante, relatam que países em desenvolvimento e pobres utilizam esses expedientes para justificar a ineficiência e a baixa competitividade e que "poluir seria inevitável" para garantir crescimento industrial e o desenvolvimento, alegando que os países ricos já degradaram seu ambiente e agora usam a questão ambiental para interferir no desenvolvimento econômico dos países mais pobres.

Contudo, Veiga (2008), defende que: "O trabalho é considerado um dever moral, uma obrigação social e caminho natural da realização pessoal. Essa chamada 'ética do trabalho', que impregnou todas as sociedades modernas, tem três grandes alicerces: (a) quanto mais um indivíduo trabalha, mais ajuda a melhorar a vida da coletividade; (b) quem trabalha pouco ou não trabalha, prejudica a comunidade e não merece respeito; (c) quem trabalha direito acaba tendo sucesso e quem não o alcança é por sua própria culpa. Acontece que essa ética está envelhecida. Foi-se o tempo em que produzir mais significava viver melhor. Valoriza-se o ar, a água, o silêncio os contatos".

Demétrio et al. (2009) apontam que o Produto Interno Bruto (PIB) considera apenas uma dimensão, a econômica, do desenvolvimento sendo que isso é pouco significativo quando se pretende uma análise, de fato, relevante.

2.3 Considerando outros índices significativos

Entende-se por "pegada ecológica" (Ecological Footprint) como o índice que mede o uso da natureza pela humanidade. O Redefining Progress Institute, uma importante ONG californiana que a mede, aponta que a área disponibilizada para cada habitante do planeta é próxima de 2 hectares (ha); nos Estados Unidos esse índice já alcançou 9,71 ha. Entre 1961 e 2001 a pegada ecológica dos países ricos saltou de 3,8 hectares por habitante (ha/hab) para 6,6 ha/hab; dos países pobres de 1,4 ha/hab para 1,5 ha/hab (VEIGA, 2008).

O World Wildlife Fund International (WWF) aponta que a capacidade biológica da terra já foi excedida em 20%.

O índice de sustentabilidade ambiental (ESI), de 2002, apresentado no Fórum Econômico Mundial, que envolveu pesquisadores da Universidade de Yale e Columbia, 142 países, 68 variáveis, 20 indicadores e 5 dimensões, indica que inúmeras dimensões, tais como: 1. Sistemas ambientais 2. Estresse 3. Vulnerabilidade humana 4. Capacidade Social 5. Responsabilidade Social, nem sempre tem sido consideradas em estudos anteriores.

Caso sejam feitas comparações entre o índice de desenvolvimento humano (IDH), de 2004, que inclui diversos indicadores sociais e o ESI-2002, mais complexo teríamos alterações dramáticas no ranking dos países com mudanças nas posições ocupadas por países considerados desenvolvidos e em desenvolvimento, sustentáveis e insustentáveis.

Em relação ao ESI, índice mais complexo, o Brasil apresenta um bom desempenho. No ESI-2005 o Brasil ocupa a 11ª posição, à frente de países desenvolvidos, como Japão (30º), Alemanha (31º), Estados Unidos (45º). Entre os países em desenvolvimento Uruguai (3º), Argentina (9º) posicionam-se a frente do Brasil - mais sustentáveis - enquanto Costa Rica (18º) e Chile (42º) estão mais vulneráveis.

Efetuando-se uma comparação entre IDH e ESI os EUA, por exemplo, apresentava IDH = 0,939 (8ª posição); considerando o ESI = 53,2 passa à 45ª posição sendo considerado país insustentável. O Uruguai apresentava IDH = 0,833 (46ª posição); considerando o ESI = 66,0 passa a ocupar a 6ª posição, sendo considerado país bastante sustentável. O IDH 2007, publicado em 2009, apresenta diferenças significativas de classificação. O Brasil que ocupava a 75ª posição no IDH 2004, considerando os países do G20, salta para a 6ª posição.

2.4 Sistemas de produção e manufatura

O modo convencional de planejar os sistemas de operações e que envolvem as atividades fabris visa a efetivação de consumo de um produto final. Assim, os fins têm sido utilizados para justificar os meios. Isso não parece ser uma boa proposta para gestão de sistemas produtivos que tenham como base uma forma de desenvolvimento sustentável.

Os sistemas de operação que permitam atender às necessidades atuais, sem que se comprometam possibilidades de desenvolvimento no futuro, garantam a disponibilidade de recursos naturais - renováveis e não renováveis - e que respeitem os limites da biosfera precisam, urgentemente, da orientação de pessoas comprometidas com as estratégias de produção.

A tabela 1, a seguir, extraída parcialmente de Kulay et al. (2009), apresenta o esforço que várias empresas têm feito no sentido de implantar novas estratégias de manufatura a partir da substituição de combustíveis e dessa maneira reduzir a emissão de CO₂, tornando-se mais sustentáveis e ambientalmente mais responsáveis, em conformidade com as iniciativas do Protocolo de Kyoto que prevê mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL).

Tabela 1 – Dados parciais do projeto grupo de troca de combustíveis

Na tabela as siglas GN e OC correspondem respectivamente a Gás Natural e Óleo Combustível – Adaptado a partir de Kulay, Miraglia e Humme (2009).

Empresa	Troca de Combustível	Início período crédito	Data aprovação	Redução de emissão [ton CO ₂ eq]
Aços Villares	OC, GLP e eletricidade por GN	01/01/2003	09/05/2006	282.322
Ambev	OC por casca de arroz	01/12/2007	18/06/2007	189.859
Eliane	OC e carvão mineral por GN	01/01/2001	15/03/2007	145.649
Klabin	OC por GN	04/01/2001	05/04/2006	142.368
Sto. Antônio	OC por sebo	01/11/2007	17/04/2007	102.847
Votorantin	OC por GN	26/05/2004	25/10/2006	14.517

3 Metodologia e proposta de trabalho

O grupo de estudos sobre PCP das empresas inseridas no ambiente de redes, da Universidade Paulista, tem ido a campo para investigar as interfaces que se apresentam, no âmbito da governança operacional das organizações. Nota-se pela Fig. 2, a seguir que tanto o índice de dependência e o grau de compartilhamento, quanto o grau de confiança entre os atores aumentam à medida que se decide operar em redes; sendo esses elementos fatores determinantes para que se tenha sucesso em um PCP firmado entre empresas organizadas em rede.

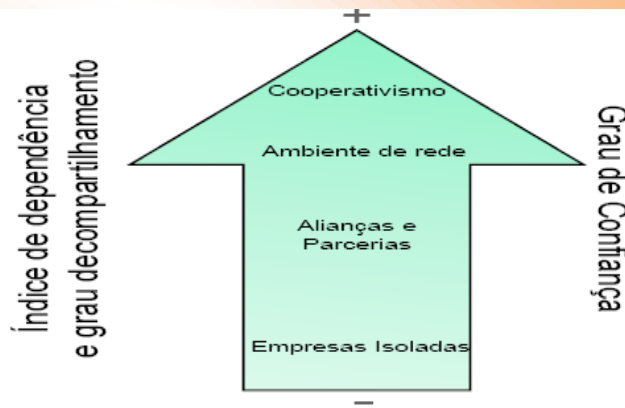


Fig. 2. Índice de dependência, grau de compartilhamento e grau de confiança entre os atores. A partir de pesquisas realizadas pelo grupo de trabalho "O Caráter Evolucionário do Planejamento e Controle da Produção e as Novas Formas de Organização do Trabalho" (UNIP-CNPq).

Kyrillos et al. (2009) desenvolveram - a partir do conceito de redes simultâneas - um mapa conceitual que vincula as estratégias de negócios, de produção e o PCP em redes de empresas. A evolução do mesmo está expressa na Fig. 3.

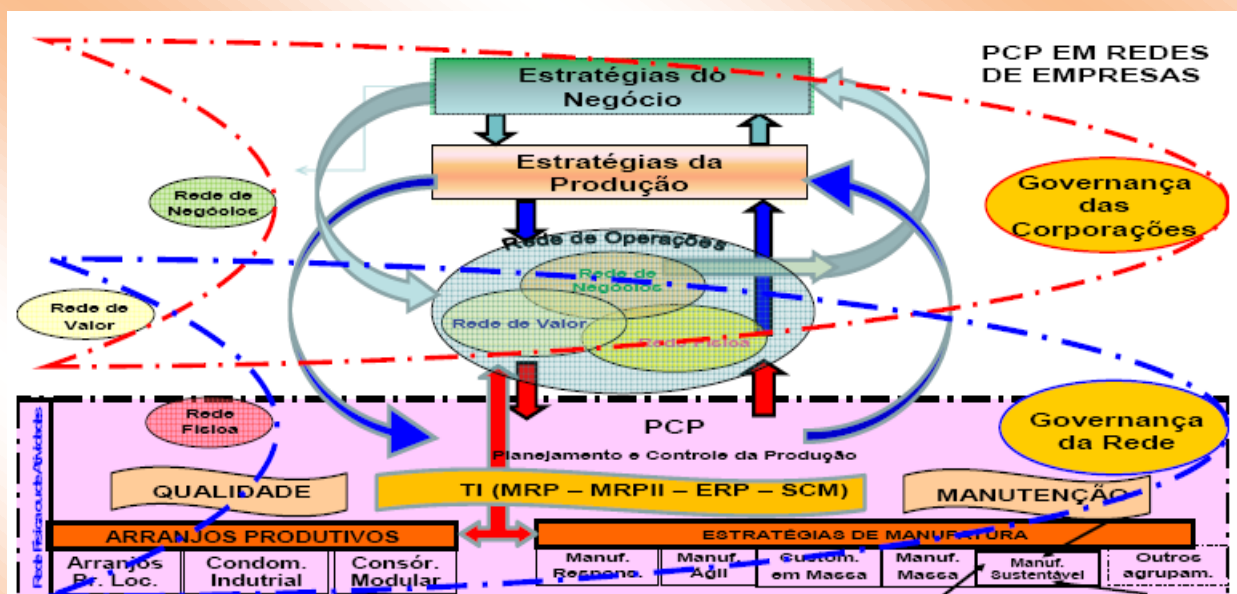


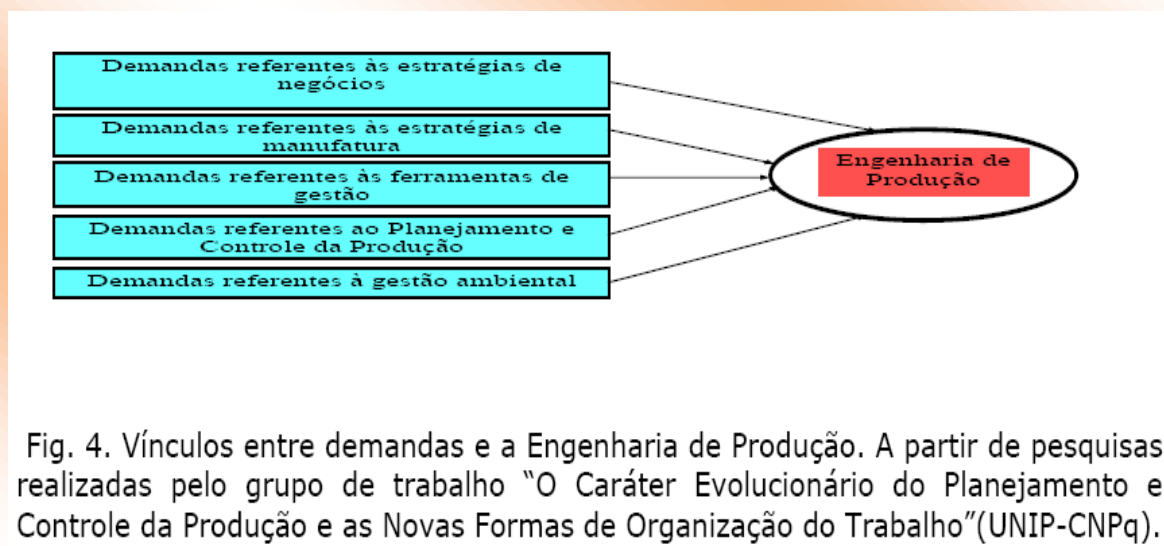
Fig. 3. Mapa conceitual para o PCP em redes de empresas. A partir de Kyrillos, Milreu e Sacomano (2009).

Constata-se que a governança das corporações - que envolve as estratégias de negócios e as estratégias de produção - vincula-se à rede de negócios e as estratégias de negócios influenciam a rede de operações.

Por seu turno, a governança da rede - vinculada à rede física - interfere sobre as estratégias de manufatura e ferramentas de gestão adotadas para o PCP. Tais estratégias permitem o surgimento de arranjos produtivos, aglomerações e sistemas produtivos locais. As estratégias de produção exercem influências sobre a rede de atividades (ou rede física). A rede de negócios e a rede física, por meio da rede de valor, estabelecem vínculos capazes de fortalecer o PCP nas empresas em redes.

3.1 Pesquisas

A partir do mapa conceitual supra, o grupo de pesquisas sobre PCP das empresas inseridas no ambiente de redes, da Unip, entende também que a engenharia de produção sofre demandas, criando vínculos, de caráter sócio-ambiental que acabam permitindo propor uma gestão da manufatura com bases sustentáveis e socialmente responsáveis, conforme a Fig. 4, abaixo.



Por meio de três pesquisas realizadas em campo constatou-se a existência da rede de atividades em sistemas de produção que se moldam às necessidades compartilhadas das organizações, criando hibridismos entre as estratégias de manufatura adotadas em UN autônomas. Os princípios da manufatura ágil, por exemplo, foram efetivados em uma empresa gráfica inserida em redes de empresas atuando sob os preceitos de *make to order*, conforme Kyrillos et al.(2009). A utilização da estratégia da customização em massa foi amplamente empregada em uma trefiladora de aços fortemente influenciada pela manufatura em massa com princípios *make to stock*. O terceiro caso de acordo com Kyrillos et al. (2010) vincula-se à adaptação da produção de uma metalúrgica fabricante

de artigos de cutelaria que utiliza ferramentas de gestão da manufatura em massa, da manufatura responsiva e da manufatura enxuta.

Os sistemas de PCP adotados em redes de empresas prevêem o estabelecimento de sistemáticas capazes de analisar as atividades desenvolvidas em várias fases da cadeia e não apenas na empresa focal; e o objetivo é que o valor agregado à rede deva ser considerado sob um ponto de vista de estratégia do negócio; no âmbito da governança corporativa.

Considerando que há um forte hibridismo entre as estratégias de produção adotadas nas organizações estudadas é possível propor a implantação de processos sustentáveis de produção. Nesse sentido as organizações produtivas podem, e devem, invocar a construção, e a consolidação, de processos de produção sustentáveis induzidos pelo estado que possuam uma base apoiada sobre o tripé: meio ambiente, responsabilidade econômica e demanda socialmente responsável.

Giannetti e Almeida, (2006) relatam um exemplo de formação de uma gestão sustentável representada por uma eco-rede: o parque industrial de Kalundborg, na Dinamarca, que possui em seus nós, fábrica de cimento, refinaria, indústria de fertilizantes e granjas, que interagem entre si.

3.2 Propostas e Análises

Devemos, diante do exposto, questionar alguns pontos quanto a viabilidade de uma manufatura que tenha como foco o desenvolvimento sustentável.

- É possível garantir estabilidade social e econômico-financeira para as organizações que tenham forte apelo na manufatura sustentável?

- Reduzindo o consumo de recursos naturais em todas as suas vertentes de energia e material energético matéria prima, mesmo assim conseguiríamos manter a competitividade das organizações produtivas em níveis globais?

Indicadores que levam em conta o perfil das organizações sustentáveis consideram as alterações requeridas pelas mudanças no ambiente e almejam a adoção de uma estratégia acertada. Dessa maneira fatores, conforme os abaixo enumerados, tornam-se relevantes para viabilizá-las:

- 1 – Desenvolver normas internas de trabalho; capacitando os colaboradores para empreender em mercados globais crédulos em manufaturas baseadas na sustentabilidade.

- 2 – Promover um perfil de operações multi-abrangentes que permitam inserção de diferentes sistemas produtivos de criação de valor, valendo-se de energias renováveis.

- 3 – Criar capacidade gerencial para proporcionar integração e compartilhamentos, entre e inter empresas, permitindo que a organização focal torne-se autosustentável e possua habilidade para suportar pressões de competitividade, que as obrigue a rever relações com o meio exterior sedento

por atividades sustentáveis e comprometimento com a manutenção/melhoria da qualidade do ar, da água e do solo.

4 – Desenvolver competência para promover alterações internamente nas equipes e nas relações exercidas externamente pela organização, além de habilidade para flexibilizar ações internas e externas, face às constantes mudanças do ambiente, que é dinâmico, e requer responsabilidade sócio-ambiental quando se trata da criação de valor.

5 – Persuasão para criar conectividade com *players* econômicos participantes em sistemas sustentáveis de criação de valor. Conectividades que sejam estratégicas, estáveis e confiáveis, que possuam rapidez e densidade de informação, diante das aspirações de preservação do planeta e diminuição da sua vulnerabilidade.

4 Conclusões

Práticas de gestão com princípios calcados sobre o desenvolvimento sustentável é um desafio que vem sendo requisitado pela sociedade e possui na sobrevivência do planeta seu apelo. Dessa forma é possível introduzir um agrupamento que possua uma estratégia baseada em manufatura sustentável, conforme apresentamos na Fig. 3 do item 3.

A Fig. 5, na seqüência, indica as bases sobre as quais ocorreu a evolução do desenvolvimento dos sistemas de produção, além de sugerir que a próxima “revolução” tenha como base um sistema de operações sustentável.

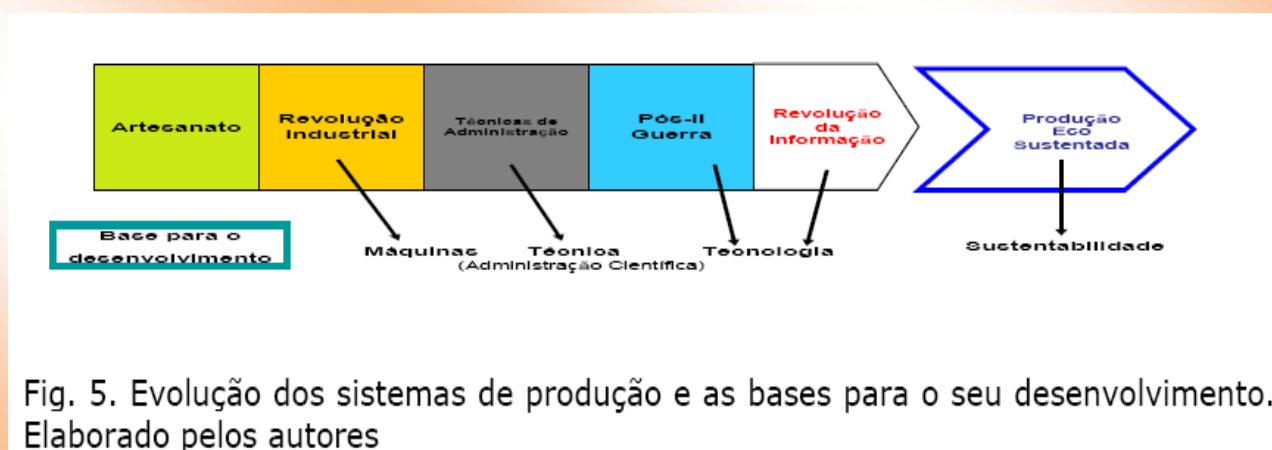


Fig. 5. Evolução dos sistemas de produção e as bases para o seu desenvolvimento. Elaborado pelos autores

A tabela 2, abaixo, propõem o desenvolvimento de um PCP que tenha os elementos propostos por Godinho Filho (2004) agrega contribuições para uma estratégia de produção com bases sustentáveis.

Tabela 2 – Dimensões propostas pelos autores para a manufatura sustentável adotando os PEGEMs de Godinho Filho, (2004). A partir de Kyrillos et al. (2010).

Direcionadores	Princípios	Capacitadores	Objetivos de desempenho
Ponderar sobre a vulnerabilidade do planeta.	Responsabilidade social.	Adotar de energias renováveis. Implantar conceitos de ecoeficiência.	Manter e/ou melhorar a qualidade da água, do ar e do solo. Eliminar metais pesados.
Ponderar sobre a vulnerabilidade do ser humano.	Responsabilidade ambiental.	Efetivar o tratamento de resíduos industriais e esgotos. Melhorar a qualidade da água	Manter a biodiversidade e combater o desmate ilegal.
Evitar o esgotamento das reservas naturais. Preservar a biosfera.	Ética. Respeito.	Empregar processos de produção com bases tecnológicas que não permitam o desperdício de água. Minimizar a emissão de CO2	Impedir transbordamentos de resíduos. Diminuir o estresse do planeta.

5 Referências

- DEMÉTRIO, F. J. C.; GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B.: Estudo comparativo entre a sustentabilidade e o índice de desenvolvimento humano. In: 2 nd. International Workshop Advances in Cleaner Production. Universidade Paulista, São Paulo: 2009.
- FLIGSTEIN, N. Markets as politics: a political-cultural approach to market institutions. *American Sociological Review*, v.61, 650-680, 1996.
- FUSCO, J. P. A.; SACOMANO, J. B.; BARBOSA, F.A.; AZZOLINI JÚNIOR, W. Administração de Operações: da formulação estratégica ao controle operacional. São Paulo: Arte e Ciência, 2004.
- GIANNETTI, Biagio F.; ALMEIDA, Cecília M. V. B.: Ecologia Industrial: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: SP, Editora Edgard Blücher, 2006.
- GODINHO FILHO, M.: Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura. Tese (doutorado) PPGEP, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP: 2004
- KULAY, L. A.; MIRAGLIA, S. G. E. K.; HUMME, N L.: Critérios de sustentabilidade dos projetos brasileiros de mecanismo de desenvolvimento limpo. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 4, no 1, Jan-Mar/2009, p. 43-57.*

- KYRILLOS, S. L.; MILREU, F. J.S.; SACOMANO, José B.: Fatores determinantes para o PCP em Redes de Empresas XVI Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP, Faculdade de Engenharia de Bauru, FEB-UNESP: 2009.
- KYRILLOS, S. L.; MILREU, F. J.S.; SACOMANO, José B. SOUZA, J.B.; FUSCO, J.P.A.: Adaptação da produção aos objetivos de produtividade e competitividade: A pesquisa-ação em uma manufatureira de cutelaria inserida em rede. XXX Encontro nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, São Carlos, SP: 2010.
- KYRILLOS, S.L.; SACOMANO, J.B.; MILREU, Francisco J.S.; FUSCO, J. P. A.; SOUZA, José B.: Gestão da Produção com Manufatura Ágil: A Aplicação do Diagrama PERT-CPM em uma Plastificadora Inserida em Redes de Empresas. In: II Simpósio de redes empresas e cadeias de fornecimento. II Simpósio de redes empresas e cadeias de fornecimento, Universidade Paulista, SP: 2009.
- MAC CARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C.F.: A multi-dimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems . Production Planning & Control, v.11, no 5, p. 481-496, 2000.
- MARTINS, A.J.; ANTONIK, L.R.: Liderança para o desenvolvimento sustentável: uma nova forma de gestão empresarial. Disponível em www.fae.edu/publicacoes/pdf/sustentabilidade/antonio_antonik.pdf Acesso em 28.02.2010.
- MORAES, A.C. e BARONE, R.: O desenvolvimento sustentável e as novas articulações econômica, ambiental e social. Revista Pesquisa & debate, SP, volume 12, n. 2(20), p. 119-140, 2001.
- YOUNG, C. E. F. e LUSTOSA, M. C. J.: Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira. Grupo de Pesquisa em Economia do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Instituto de Economia, UFRJ. - 2007, Disponível em www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/meioambient.pdf (Acesso em 28.03.2010).
- VEIGA, J. E.: Desenvolvimento Sustentável: O desafio do século XXI, Rio de Janeiro: Garamond, 3ª. ed. 2008.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Planejamento e Controle da Produção nas Empresas Inseridas no Ambiente de Redes: Implicações para Ocorrência de um Desenvolvimento com Bases Sustentáveis

Autores: S. L. Kyrillos, J. B. Sacomano

Coautores: J. B. de Souza, J. F. dos S. Milreu

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *3th International Workshop Advances in Cleaner Production*

Local da Publicação: São Paulo, SP, Brasil

Mês e Ano da Publicação: maio 2011

Total de páginas: 10 p.

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operações

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: O Caráter Evolucionário do Planejamento e |Controle da Produção e as Novas Formas de Organização do Trabalho

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

PLATAFORMA DE GESTÃO DO CONHECIMENTO NA APLICAÇÃO DE EAD NO ENSINO PRESENCIAL EM UMA IES: UM ESTUDO DE CASO

Ruy Guérios¹, Ivanir Costa², Milton Aidar Martinez³

Abstract: Brazilian Higher Education Institutions (HEI) traditionally use teaching and learning tools in the face-to-face environment of the classroom, with the professor performing the primary active role of knowledge transmission and having students as receivers. The Internet has brought about a new teaching method called Distance Learning (DL), which is revolutionizing the paradigm of face-to-face teaching. Based on Ordinance 4.059/2004 issued by the Brazilian Ministry of Education and Culture (MEC), which allowed for the use of 20% curricular content in the DL modality, a Brazilian University from the state of São Paulo applied the new model to all its undergraduate subjects. This article uses quantitative and qualitative research conducted in this new environment; as a result, a combination of factors including the selection of a knowledge management platform, the intensive use of information technology (IT), the training strategy for personal and virtual tutors serves for mitigation of resistances, building a new platform and successful implementation of the DL modality in undergraduate programs. The new format using the knowledge portal has fostered a transformation in the pattern of student proactivity during classes, positive changes in the IT culture of parties involved, improvements in relationships with professors, a more successful learning performance of students and improvements in the educational level of the institution.

Index Terms: Distance Learning, E-Learning, Information Technology, Knowledge Management, Process Quality

Introdução

O ensino presencial convencional tem se mostrado inadequado ao crescente de uso de tecnologias e mudanças de paradigmas que o mundo globalizado a partir da Internet vem promovendo.

¹ Ruy Guérios, mestrando no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista - UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 - 4. andar - CEP: 04026-002 - São Paulo - SP - Brasil, ruy.guerios@eniac.com.br

² Ivanir Costa, Professor Doutor da Universidade Paulista - UNIP, São Paulo, Brasil, icosta11@live.com

³ Milton Aidar Martinez, mestrando no Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Paulista - UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 - 4. andar - CEP: 04026-002 - São Paulo - SP - Brasil, miltonam@gmail.com

Segundo Filho (2009) o conhecimento que era propriedade exclusiva dos docentes, está cada vez mais explicitado nos portais de busca tipo Google, à disposição dos alunos.

Os docentes que não estão também exercendo funções no mercado de trabalho, apresentam suas aulas da mesma forma que as obtiveram, tornando-as desinteressantes pela dificuldade atual do público, principalmente os jovens, manter a atenção durante muito tempo num mesmo assunto.

Os discentes, ao contrário, na maior parte, cerca de 85% na Instituição, provenientes do mercado de trabalho, buscam especialização e melhoria no rendimento da sua atuação nas ferramentas de TI e nas mais modernas tecnologias aplicadas a sua área de interesse, de forma que possam aumentar sua empregabilidade e crescer profissionalmente.

Os jovens utilizam diferentes e múltiplas mídias de comunicação, de forma simultânea e com muita interatividade. Eles têm noção de que essas habilidades são necessárias e valorizadas no mercado de trabalho. Segundo Telles (2006) existem expressões já consagradas entre os nativos e os imigrantes tecnológicos ou digitais.

Para esse autor os nativos já nasceram digitando, teclando, vendo TV, enquanto os imigrantes são os das gerações passadas que tiveram que migrar. Por isso o EAD e o portal do conhecimento apresenta-se como um ambiente familiar para os que já nasceram conectados e para aqueles que querem ter um perfil profissional mais adequado às praticas atuais.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Lei n. 9394/96) promoveu a ampliação do acesso público ao ensino superior, aumentando a concorrência num mercado até então adormecido e carente de oportunidades. Como consequência desse novo cenário as IES desenvolveram novos produtos educacionais – como os cursos de tecnologia, os cursos sequenciais e os a distância – que aliado às ações de otimização financeira, permitiu a redução das mensalidades, e ampliou-se de forma significativa o acesso dos jovens ao ensino superior (QUEIROZ, 2003).

A partir do ano de 2000, com o aumento do credenciamento de novas IES e com a abertura dos cursos de Graduação de Tecnologia, o modelo instituído e arraigado culturalmente nas grandes Universidades tem enfrentado inúmeras dificuldades. Isso ocorre por que o mesmo, sempre foi apoiado no ensino presencial, nos currículos seculares e na autonomia do professor, quanto aos programas de curso e no quase inexistente gerenciamento institucional, que delega e não controla, ao coordenador via de regra também professor do mesmo modelo de curso, que não flexibiliza a modernização das grades de ensino e o acompanhamento do programa pelo professor.

As IES menores, com orçamentos apertados e com exigências de atendimento aos padrões do MEC – alta qualificação acadêmica (quantidades de Mestres e Doutores), infra-estrutura moderna com laboratórios e instalações adequadas e projetos de cursos fundamentados na realidade do mercado local, iniciam a quebra desse modelo fechado.

Segundo Hipólito (2008), as crescentes reclamações dos alunos, que são consumidores, cada vez mais exigentes, a desmotivação dos discentes e docentes, e o aumento da evasão foram sinais de efeitos da decadência do sistema presencial de ensino.

A dificuldade de gerenciamento dos programas, a baixa qualidade das provas e as reclamações quanto ao não cumprimento dos programas de ensino, corroborava nessa classe de efeitos.

As tentativas frustradas de implementar TI

O primeiro plano de EAD foi encomendado a um grupo de docentes, que com a utilização da plataforma TELEDUC, da UNICAMP, aplicaram um curso para um grupo de alunos. Após um semestre, poucos resultados práticos EMERGIRAM, inúmeras críticas foram feitas em relação ao sistema, que utiliza uma plataforma pesada e complexa e as inúmeras deficiências do apoio da equipe de TI da Instituição, denotando muitas resistências ao novo modelo. Esses fatos levaram a uma avaliação da linha estratégica que deveria ser remodelada.

Outro projeto complementar, do mesmo grupo, que era de produzir pequenos livros didáticos de cada semestre apresentou baixa produtividade e qualidade.

A mudança de rumo

Conforme Filho (1998), a educação a distância tornou-se uma estratégia educacional e marcou o início de uma nova era em muitas faculdades particulares - a educação virtual: sistema que integra a inovação pedagógica e tecnológica.

Nessa modalidade educacional a mediação didático-pedagógica, os processos de ensino e aprendizagem, ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, entre estudantes e professores que desenvolvem atividades educativas em lugares e/ou tempos diversos” (Art. 80 da Lei 9394/96 - LDB).

Para estimular a proposta da LDB, a diretoria da IES propôs para alguns coordenadores que se matriculassem em cursos totalmente a distância, cursassem ao menos um semestre e usassem a experiência obtida como alunos EAD para, junto a equipe de programadores de sistemas, desenhassem uma plataforma mais amigável e um sistema apropriado para a implantação de EAD no primeiro semestre dos cursos, mantendo os demais cursos funcionando da forma presencial convencional, sem nenhum tipo de mudança.

O trabalho iniciou-se selecionando um grupo de profissionais e docentes criteriosamente habilitados. Eram representantes da área da educação, sistemas de informação e administração. Uma

consultoria educacional foi contratada para preparar um grupo multidisciplinar composto por professores tutores, mediadores e Web designers. Eles se reuniam sistematicamente para refletir, definir e criar os parâmetros iniciais do modelo de educação permitido pela portaria 4.059/04 e sendo praticado por outras IES.

O curso escolhido foi a graduação tecnológica superior com 80% curso presencial e 20% a distância. Um curso de dois anos que permitiria ao aluno frequentar a sala de aula em horário reduzido de aulas por dia, fazendo as demais atividades em casa e enviando os trabalhos e as dúvidas aos tutores eletrônicos para respostas virtuais.

De acordo com a proposta de Flusser (1998), a IES priorizou o papel do educador no sistema, porque o segredo não era criar o conhecimento, mas conduzir o aluno pela mão pelo caminho do saber. Assim, nesse sistema, o professor tutor é a figura essencial que indica ao aluno o caminho das pedras, as trilhas que ele deve seguir para adquirir o conhecimento (Minarelli, 2000).

A implantação ocorreu, de fato, em 2007, alicerçado nos anseios de seus educadores e coerente com o projeto. Como planejado, o início da experimentação se deu com o sistema parcial, ou seja, 80% do curso presencial e 20% a distância.

Projeto que integrou TI, pessoas e processos na plataforma de gestão do conhecimento

O projeto contemplou quatro pontos muito importantes:

a) Plataforma própria do portal de Gestão do Conhecimento inicialmente batizada de TELENAC, posteriormente apelidada de ENIACVIRTUAL que foi idealizada, testada e implementada atendendo às necessidades da instituição e apresentada da forma mais amistosa e interativa, possível aos alunos, professores e tutores.

A equipe multidisciplinar se comunicava utilizando fóruns de discussão e correio, para receber e enviar atividades - materiais didático-pedagógicos e uma equipe permanente de manutenção e de implantação de melhorias ao tempo que cuidou da efetuar diversos ajustes necessários para balancear cargas horárias, conteúdos, expectativas dos usuários alunos e necessidades de mudanças, adequações e atualizações demandadas pelos tutores e professores.

b) Equipe de docentes apoiada por tutores para manufatura dos livros e de um conjunto padrão de informações que seriam explicitadas aos alunos e docentes dentro do portal – conjunto de slides, aulas atividades (induzindo o professor a utilizar cerca de 30 a 50% do tempo de aula acompanhando a prática pelos alunos das informações apresentadas) e portfólios (trabalhos de pesquisa, referenciados à bibliografia do plano de curso, para que os alunos postassem e validassem os 20% de frequência dessa modalidade de ensino) Considerando a identidade dos princípios norteadores do

curso, a sua adequação à realidade do público alvo respeitando as suas diferenças socioculturais, econômicas e regionais.

Não existe uma receita mágica para se elaborar bons materiais que atenda às diversidades sem restrições. De acordo com Andrade (2004), o aluno ao entrar em contato com o material, deve ter a impressão de estar ouvindo o professor, ou seja, nas aulas virtuais o texto precisa transportar o aluno para a sala de aula presencial.

Assim, as aulas foram desenhadas procurando atender a proposta dos cursos EAD considerando, os objetivos, as mídias educativas e de comunicação, a concepção e execução dos materiais didáticos, a metodologia de ensino, a dinâmica do atendimento tutorial, as ações ligadas à arquitetura das aulas na web, e a definição de estratégias de redação e estética do ambiente virtual de aprendizagem – AVA.

O resultado foi explicitado no portal do Conhecimento de modo que as informações pudessem ser distribuídas a toda comunidade participante: alunos, professores, tutores, equipe multidisciplinar de acompanhamento e equipes de programação e manutenção da plataforma. Foram elaboradas a partir de um cronograma previamente estabelecido, planejado, vivenciado e compartilhado.

Elas traduziam os conceitos básicos acrescidos de pesquisas e materiais de apoio como textos para leitura e exercícios de fixação de forma clara e envolvente. Segundo Marchessou (1996) sua construção tomou como parâmetro a necessidade do público da região na qual seria oferecido, no caso, a região de Guarulhos, município da região metropolitana da cidade de São Paulo, respeitando possíveis adaptações de acordo as necessidades que surgissem no percurso.

c) Composição e treinamento de equipe de ex- alunos formados, que inscritos em programas de pós-graduação foram treinados a executarem duas classes de serviços de tutoria:

- Presencial – para garantir o apoio e *helpdesk*, ao tempo, para os docentes e discentes, no uso do *datashow*, do portal do conhecimento e das aulas práticas.

- Eletrônica - para corrigir os trabalhos dentro do padrão estipulado, e tirar dúvidas online dos alunos e professores, quando estivessem utilizando o portal nas suas residências ou ambiente de trabalho. Através dessa vivência foi trabalhada a capacitação docente do “professor tutor” que utilizou as mesmas ferramentas e modelo do curso que seria posteriormente apresentado aos alunos. Os “professores tutores” utilizaram a plataforma desenvolvida pela própria instituição com base nas suas necessidades e de seus usuários.

As aulas foram apresentadas virtualmente em cronograma previamente desenvolvido e os alunos respondiam os questionamentos, desenvolviam as atividades propostas e as reflexões de aprendizagem e as compartilhava com todos da equipe de oficina.

d) Manutenção de equipe de TI monitorando e controlando os acessos ao portal de modo a redefinir sua infra-estrutura de servidores e links para acompanhar crescimentos da rede de acordo com o aumento dos acessos.

A pesquisa

O projeto foi implantado durante 2007 e um ano depois dos cursos consolidados e superando todas as expectativas da instituição nos sucessivos vestibulares, iniciou-se uma análise dos resultados, por meio de avaliações quantitativas e qualitativas junto aos alunos, liderada pelos coordenadores de curso, administradores do sistema, diretoria acadêmica e pedagógica e o representante da comissão permanente de avaliação (CPA).

A pesquisa, tendo como foco obter respostas balizadoras aos futuros movimentos administrativos e acadêmicos, foi estendida a todos os 2.079 alunos envolvidos na proposta.

Foram obtidas 1.352 respostas que abrangia os aspectos de formatação das aulas e a introdução do sistema EAD.

A preocupação estava calçada na aceitação ou não do corpo discente na alteração da formatação da carga horária, e na prática do modelo adotado de EAD no portal do Conhecimento.

Através da formulação de questionários com perguntas binárias e indiretamente relacionado às respostas dos vários usuários do portal, foi gerado o gráfico 1. com os fatores que levaram os alunos à aprovação do novo formato de ensino fundamentado na plataforma do portal do conhecimento:

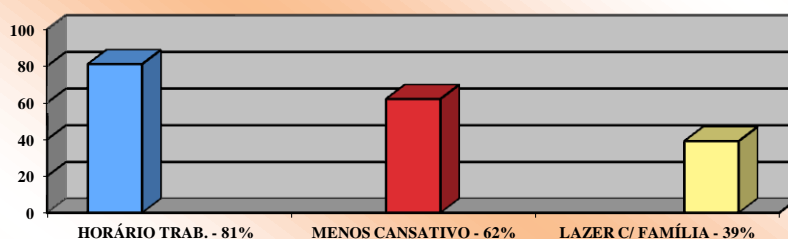


GRÁFICO 1

OS 3 FATORES (EM ORDEM DECRESCENTE) QUE LEVARAM OS ALUNOS A APROVAÇÃO DO NOVO FORMATO

Devido ao perfil dos alunos da IES havia uma preocupação de se constatar como havia sido a integração deles com as exigências das aulas, a distância como processo, e o fluxo de interação com o tutor.

Para uma análise mais apropriada a seguinte pergunta foi realizada: Qual o grau de dificuldade encontrada no início das atividades no formato de aulas a distância?

Devido às exigências naturais do cenário atual, 61% declararam que não encontraram nenhuma dificuldade com o formato de aulas a distância, seguindo-se de 25% com problemas médios de adaptação, 8% com dificuldade baixa e 6% informando muita dificuldade de adaptação (gráfico 2). A análise preferiu aglutinar os índices dos que tiveram qualquer tipo de dificuldades – 39% e nesse prisma desenvolver novas estratégias para reduzir de imediato esse panorama.

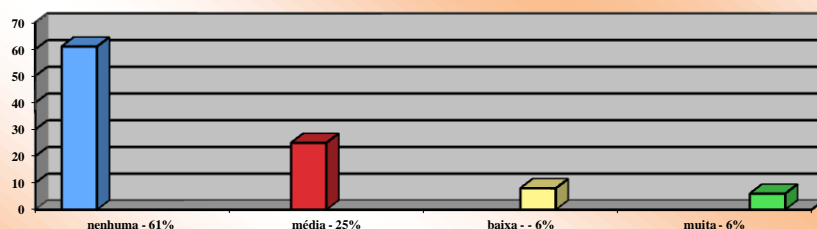


GRÁFICO 2
GRAU DE DIFICULDADE ENCONTRADA NAS ATIVIDADES NO
FORMATO DE AULAS A DISTÂNCIA

Na pergunta seguinte, houve a preocupação de se avaliar, sob o ponto de vista do aluno, a aprovação ou reprovação do sistema de aulas a distância no formato que foi apresentado.

A aprovação de 89% foi uma indicação clara de que o desenvolvimento do projeto pedagógico estava no rumo.

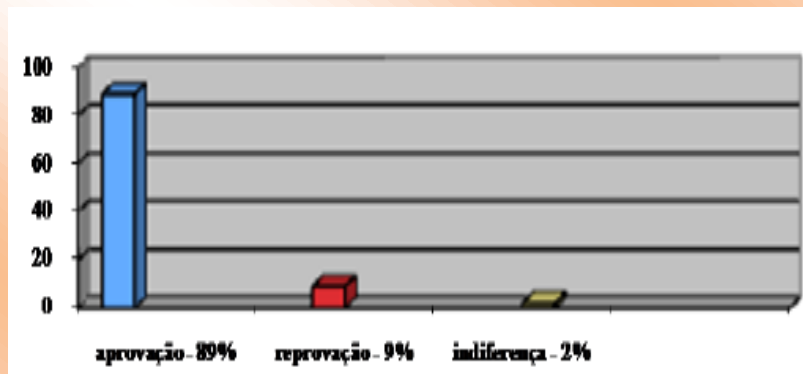


GRÁFICO 3
 APROVAÇÃO OU REPROVAÇÃO DO SISTEMA DE AULA A
 DISTÂNCIA

A última questão explorava o universo de alunos que na questão anterior apontava satisfação com o método novo, questionando: decline 3 fatores (em ordem decrescente) que na sua opinião o levou a escolha da opção A (aprovação do sistema de aulas a distância).

O mais importante dos fatores, para 77% dos alunos, foi o material desenvolvido e mantido no portal de Gestão do Conhecimento que permitia uma melhor compreensão e fixação dos assuntos expostos em sala de aula.

O bom trabalho de acompanhamento do tutor foi decisivo para aceitação das aulas em EAD (segunda opção mais assinalada com 64%) seguindo-se como terceiro fator mais importante, 43% dos alunos assim indicaram a possibilidade de aprofundamento nos assuntos abordados, pois o ambiente propiciava a possibilidade de buscas e pesquisas *online* na Internet (gráfico 4).

Pode-se constatar, pelas respostas consignadas, que houve um acerto quando da concepção do projeto de EAD, fazendo-a girar em torno de três eixos norteadores: qualidade do material didático disponibilizado, tutoria 100% preparada e que tinha o papel de estimular o aluno a buscar conhecimento utilizando as ferramentas disponibilizadas pelo portal do Conhecimento.

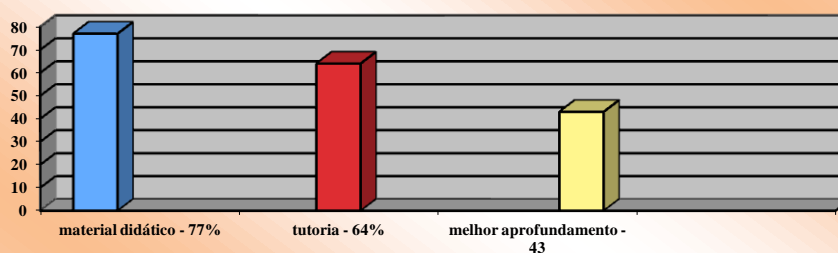


GRÁFICO 4
FATORES DE APROVAÇÃO COM O ENSINO A DISTÂNCIA

Conclusão

A pesquisa realizada em uma faculdade do estado de São Paulo demonstrou que a educação parcialmente a distância nos cursos superiores de tecnologia, foi uma experiência bem sucedida.

A pesquisa quantitativa e qualitativa mostrou que o novo formato de portal do Conhecimento promoveu uma mudança na pró-atividade dos alunos no acompanhamento das aulas, na alteração positiva na cultura da utilização de TI pelos envolvidos, na melhoria do relacionamento com os professores, e rendimento no aprendizado dos discentes e no gerenciamento da qualidade do nível de ensino da Instituição.

Os alunos declararam que houve mudança na sua postura profissional e que levaram para as empresas a aplicação prática das teorias aprendidas na faculdade, permitindo sua promoção a cargos de maior responsabilidade e melhores salários logo no início do curso.

O processo vem constantemente sendo revisado, com grupo permanente focado nas oportunidades de inovação com as novas tecnologias que surgem como a TV institucional da IES, que foi criada e está sendo utilizada no projeto atual de atuar em atividades EAD tanto nos cursos superiores como nos técnicos.

Referências

- [1] ALVES, J. R. M. Educação a Distância e as Novas Tecnologias de Informação e Aprendizagem. Revista IPEP, v. 6, p. 9-10, 2006.
- [2] ANDRADE, Arnon Alberto Mascarenhas. Política e Afeto na Formação de Identidades de Pessoas e Instituições. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 30, p. 133-138, 2005.

- [3] ANDRADE, Arnon Alberto Mascarenhas; FREIRE, J. ; CAVALCANTE, Gilmara. Análise do perfil dos alunos do curso de especialização em ensino de comunicação social da Uneb para o desenvolvimento de suportes. Revista IPEP, v. 6, p. 9-19, 2006.
- [4] ANDRADE, Arnon Alberto Mascarenhas de; FREIRE, J. Estudo de estratégias metacognitivas em ambientes virtuais de aprendizagem. Revista Técnica IPEP, v. 4, p. 57-63, 2004.
- [5] Cerceau, Alessandra, D. Formação à Distância de Recursos Humanos para Informática Educativa. Dissertação de Mestrado, Unicamp 1998.
- [6] FERRARA, Lucrecia. Os Significados Urbanos. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000.
- [7] FILHO, César O. e Oliveira, Mauro. Educação à Distância: O Ensino de Roupas Novas. Videoconferência em Educação à Distância. Educação, 1998.
- [8] FLUSSER, V. A Dúvida. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1999.
- [9] _____. A História do Diabo. São Paulo: Martins Fontes, 1965.
- [10] _____. Da religiosidade. São Paulo: Comissão Estadual de Cultura, 1967.
- [11] _____. Die Schrift. (A Escrita). Göttingen: Immatrix 4ª Ed., 1992.
- [12] _____. Fenomenologia do brasileiro: em busca de um novo homem. Rio de Janeiro: Eduerj, 1998.
- [13] _____. Ficções Filosóficas. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.
- [14] FONSECA. Celso Suckowda, Curso à distância de especialização em didática Aplicada à Educação Tecnológica. Manual de cursista e módulos de estudo. Rio de Janeiro 1994.
- [15] LACHI, Ricardo Luis. Chapa: Um Agente de Interface para Ferramentas de Bate-papo em Ambientes de Ensino à Distância na Web. DM., Unicamp 2003
- [16] MINARELLI. M. Empregabilidade: o caminho das pedras. BH, MG. 2000.
- [17] MARCHESSOU, François. La enseñanza abierta y a distancia: factores humanos y técnicos”, Monterrey, NL, Mexico et Oviedo, Espagne, décembre 1996.
- [18] _____ “Multimédia et intercompréhension des langues”, dans la tribune internationale des langues vivantes, n° 16/2, novembre 1994.
- [19] _____ “Langue portugaise et nouvelles technologies : vidéo et vidéo interactive”, IN ACTAS Seminário Internacional, Macau, 1992 (français et portugais)
- [20] _____ “Educational Technology in France”, AECT, Nashville, 1994.
- [21] _____ “Images virtuelles et pédagogie”, Colloque de Poitier, mars 1994
- [22] _____ “Satellite-based educational products in Europe and in developing countries”, EURISY, 1994.
- [23] BALLALAI, Roberto. Educação à Distância. Niteroi-RJ. Centro Educacional de Niteroi, 1991.

- [24] FERNANDES, Lea, Projeto EAD em C&T – Formação de professores –internet
- [25] FILHO , Aldo Victorio. Cultura e Conhecimento dos Professores.
- [26] HIPÓLITO,Oscar.Apresentação em Power Point no congresso Evason Ensino Superior Brasileiro ANDIFES,2008.
- [27] IBANEZ, Ricardo Marin. O material impresso do ensino à distância Rio de Janeiro: Universidade Castelo branco,1996.
- [28] MATTOS, Sonia G. Gomes. Construção e validação de uma ficha de avaliação intrínseca para módulos auto instrucionais utilizados pelo ensino Supletivo FAVIN. Faculdade de Educação, UFRJ. Rio de Janeiro. 1982.
- [29] Minarelli Empregabilidade o caminho das pedras.
- [30] OEIRAS, Janne Y. Y. ACEL - Ambiente Computacional Auxiliar ao Ensino/Aprendizagem a Distância de Línguas Dissertação de Mestrado, Unicamp 1998
- [31] REIS. Ana Maria Viegas, Ensino à distância ...megatendência atual. São Paulo: Editora imobiliária, 1996.
- [32] ROMANI Luciana A. S. Intermap: Ferramenta para visualização da interação em ambientes de educação a distância na Web. Dissertação de Mestrado, Unicamp 2000.
- [33] SILVA, Janne Maria batista da, consultora da Unisa para o projeto de educação à distância. "Unisa em pauta - informativo mensal da universidade de santo amaro - ano III, n.4 junho de 2000.
- [34] SOUZA Eda C. B. Machado de (Org.) Avaliação de docentes e do ensino: leituras complementares. Brasília: Universidade de Brasília, 1998,
- [35] SOUZA, Eda C. B. Machado. Educação Continuada em Avaliação Institucional: Uma Experiência Bem Sucedida. Revista Brasileira de Educação a Distância, Rio de Janeiro: v. 7, n. 42, p. 27-34, set./out., 2000.
- [36] SOUZA, Eda C. B. Machado. & Souza, Edson Machado. Reflexão Sobre O Prouni: Revista Linha Direta: Educação Por Escrito, Brasília: v. 9, n. 100, p. 8-9, jul.2006.
- [37] TESSAROLLO, Márcia R. M. Web - Ambiente de autoria de cursos à distância. DM, Unicamp 2000.
- [38] TELLES, M. Formação sob medida Informativo da fundação Carlos Alberto Vanzolini. Escola politécnica, USP.
- [39] Ano XIV, n° 60, jan/fev,2006

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Plataforma de Gestão do Conhecimento na aplicação de EAD no Ensino Presencial em uma IES: Um Estudo de Caso

Autores: R. Guérios, I. Costa, M. A. Martinez

Orientador: Dr Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais do ICECE 2011

Local da Publicação: Guimarães, Portugal

Mês e Ano da Publicação: Setembro de 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Total de páginas: 5

ISBN: 978-85-89549-94-3

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO TOMATE DE MESA SOB A ÓTICA DA AUTOMAÇÃO

Mario da Silva Quinello – UNIP-SP – marioquinello@hotmail.com

Jair Minor Abe – UNIP-SP – jairabe@uol.com.br

Ivanir Costa – UNIP-SP – icosta11@live.com

Julio Rodrigues – UNIP-SP – juliostd@hotmail.com

Resumo: A cultura do tomate de mesa ocupa posição de destaque dentre as atuais lavouras no Brasil. Hoje, sua produção está pulverizada em diversas regiões, formando polos produtivos por todo o país. Através do avanço da tecnologia e do desenvolvimento tanto da planta quanto nos insumos utilizados na lavoura, como solo, fertilizantes e sementes, a cultura expandiu seus horizontes, antes limitados por características de clima e solo, possibilitando a migração para regiões que, a princípio, não reuniam condições para o plantio. A grande competitividade no setor, somada a necessidade de produzir cada vez com mais qualidade, é parte do desafio diário que o produtor enfrenta. Neste contexto, a adoção de processos de trabalho e a procura de novas tecnologias que possam ajudar em sua execução são objetos de estudo constante. Conforme a escala do produtor, suas tarefas permitem uma análise e seu mapeamento, e, com isso, através do estudo das fases produtivas, a consequente possibilidade de automação de parte deste processo. Como metodologia de trabalho foi utilizada uma pesquisa bibliográfica qualitativa e quantitativa que justifica o mapeamento da cadeia produtiva da fruta utilizando a notação BPMN, e tem como objetivo propor melhorias significativas que possam agregar valor e qualidade ao produto final.

Palavras-chave: Horticultura, Processo, Qualidade, Modelagem de Processo

1 Introdução

1.1 O Agronegócio

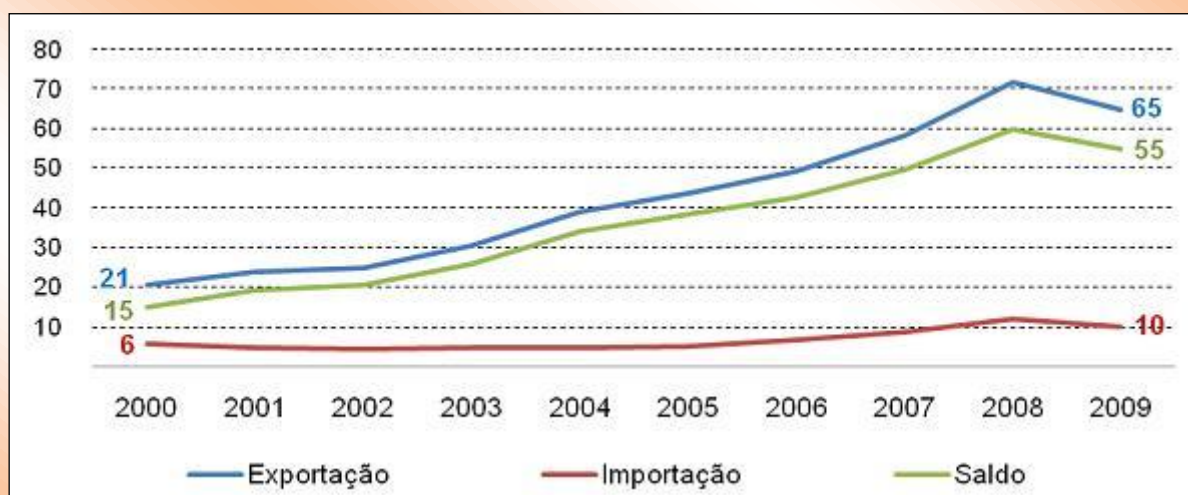
O Agronegócio firmou-se como um dos principais setores da economia nacional, contribuindo diretamente para a redução do êxodo rural e agregando qualidade e valor à produção através do uso de novas tecnologias que firmam este segmento como um dos principais em atividade no país (COSTA, 2006).

O setor cresce de forma exponencial, contradizendo outras áreas da economia mundial. Na atualidade, podemos tomar como exemplo os Estados Unidos, que lutam para que a economia

nacional não entre em recessão. O meio-oeste desse país atravessa este momento de turbulências sem grandes solavancos e prospera em meio à crise. Ancorada no campo, a região é fortalecida pela alta dos preços agropecuários e exibe índices econômicos e financeiros melhores que os demais setores da economia americana. No estado de Iowa, a safra anunciada foi nomeada como uma das maiores da história, injetando cerca de US\$ 33 bilhões na economia regional – 34% acima do ano passado e quase três vezes mais do que há dez anos (AGRONEGÓCIO, 2011)..

No Brasil, o setor composto pela produção, beneficiamento e os que fabricam os insumos para a lavoura respondem por praticamente um terço do PIB e por valor semelhante nas exportações totais do país. O agronegócio brasileiro consolidou seu crescimento do primeiro semestre de 2011, acumulando uma expansão de 3%, sendo que no ano passado esse mesmo valor não ultrapassou 1,8%. A alta de preços de importantes produtos agropecuários, como algodão, café, milho, laranja, soja e carne bovina, somada à ampliação da produção justificam este resultado. Desta mesma maneira, o setor primário da agricultura obteve destaque no período, acumulando alta de 6,75%. Em comparação, o segmento primário da pecuária cresceu apenas 2,43% (PIB AGRO, 2011). A Tabela 1 mostra o avanço da balança de importações e exportações do Agronegócio ao longo dos últimos anos:

Tabela 1 - Balança do Agronegócio Brasileiro
(Em Bilhões de US\$)



Fonte: Adaptado do Caderno de Estatística do IICA (CADERNO, 2010)

1.2 A produção de hortaliças e o tomate

A produção de hortaliças é uma das culturas que demanda escala reduzida para ser rentável, sendo assim, é uma grande alternativa para pequenos e médios produtores. Na horticultura, o setor olerícola é o que emprega o maior número de trabalhadores, sendo que a produção de hortaliças gera oito vezes mais empregos por hectare do que a produção de grãos e cereais. Além disso, para cada emprego gerado no setor, cinco outros postos de trabalho são gerados ao longo da cadeia produtiva. (LOURENZANI; SILVA, 2003).

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) pertence à família da *Solanaceae*, como pimentão, jiló, berinjela e batata. Entretanto, apesar de ser tratado como uma hortaliça, o tomate é, na verdade, um fruto, que conforme sua variedade apresenta vários tamanhos e formatos. Sua polpa carnosa, suculenta e cheia de sementes, é base de molhos para massas e carnes, mas com ele também são feitas saladas, purês, geleias e sucos. O tomate cultivado originou-se na América do Sul, mais precisamente na região andina que compreende o Chile, Bolívia, Peru, Equador e Colômbia. O cultivo foi introduzido na Europa entre 1524 e 1554 servindo inicialmente como adorno, pois existia o receio quanto à toxicidade da fruta (FILGUEIRA, 2001).

No Brasil, a cultura foi inserida por volta do século XVI e tomou proporções a partir de 1960 graças aos avanços tecnológicos da época. Atualmente, a produção se dá nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Goiás, Ceará e Pernambuco, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul. Atualmente, o país está entre os dez maiores produtores mundiais da fruta. A Tabela 2 apresenta um *ranking* de produção dos países que trabalham com esta cultura:

Tabela 2 - *Ranking* de Produção Mundial

1°		China
2°		Estados Unidos
3°		Turquia
4°		Índia
5°		Egito

6°		Itália
7°		Espanha
8°		Irã
9°		Brasil
10°		México

Fonte: Adaptada de FAO/ONU (2007)

No período de 1985 a 2005, a produção mundial *per capita* de tomate cresceu em torno de 36%, passando de 14 kg por pessoa por ano para 19 kg (FAO/ONU, 2007). A Tabela 3 apresenta a curva de avanço da produção mundial registrada:

Tabela 3 - Avanço da Produção Mundial

	1983 a 1985	1993 a 1995	2003 a 2005
Ásia	25	34	62
Europa	18	19	23
América do Norte	10	14	15
África	6	10	15
Américas do Sul e Central	4	6	8
Oceania	0	0,4	1
Mundo	63	83	123

Fonte: Adaptada de FAO/ONU (2007)

Em virtude das características na produção, beneficiamento e comercialização, as lavouras de tomate são dirigidas ao abastecimento industrial ou ao consumo *in natura*, constituindo-se duas cadeias produtivas distintas, desde as variedades utilizadas, formas de cultivo até o consumo final (CAMARGO et al., 2006).

Com base neste contexto, este trabalho pretende mapear o processo produtivo do tomate através da notação de processo BPMN (*Business Process Modelig Notation*) e, com isso, propor possibilidades de automação que sirvam de ferramenta de apoio ao pequeno e médio produtor.

2 Referencial Teórico

2.1 Introdução ao BPM

O *Business Process Management* (BPM) possibilita padronizar processos corporativos e ganhar pontos de produtividade e eficiência. As soluções de BPM servem, ainda, para medir, analisar e aperfeiçoar a gestão do negócio e dos processos de análise financeira de uma empresa.

O principal objetivo do BPM é monitorar sistematicamente como os diversos recursos de uma organização são alocados e convertidos em ações operacionais na busca das metas organizacionais, partindo da definição de prioridades. Um dos fundamentos do BPM é a conquista dos objetivos da organização através da melhoria na gestão e controle dos seus processos de negócio essenciais (JESTON; NELIS, 2006).

Outra definição para o BPM seria uma estrutura gerencial orientada a processos, em que gestor e equipe são responsáveis pela execução do processo ao mesmo tempo em que verificam os resultados alcançados e redefinem os processos de trabalho aprimorando os objetivos alcançados (OMG, 2003).

2.1 Introdução ao BPMN

O *Business Process Management Notation*, BPMN, é uma linguagem para modelagem de processos de negócio criada em 2004 pela BPMI (*Business Process Management Initiative*). Em junho de 2005 uniu-se à OMG (*Object Management Group*) que, em fevereiro de 2006, adotou oficialmente a notação BPMN, já na versão 2.0 (HOMEM; COSTA, 2010, *apud* HOMEM, 2011, p. 89). O objetivo inicial desta notação foi o de oferecer uma maneira simples, clara e de fácil entendimento para todos os envolvidos nos negócios da organização, sejam eles analistas, desenvolvedores, gestores, etc.

A aplicação desta notação gera o diagrama de processos de negócio chamado de *Business Process Diagram* (BPD). Este diagrama é construído utilizando-se um conjunto básico de elementos gráficos que permitem seu desenvolvimento. Estes símbolos são familiares para a grande maioria dos envolvidos no negócio, pois são semelhantes aos fluxogramas já utilizados por estes profissionais. A Tabela 4 apresenta o Conjunto Básico (*core element set*) e a Tabela 5, por sua vez, o Conjunto

Avançado (*complete element set*) respectivamente, simbologias utilizadas pela notação (WHITE, 2004) *apud* TESSARI, 2008, p. 50).

Tabela 4 - Conjunto Básico do BPMN

Objeto	Descrição	Figura
Evento	É algo que acontece durante um processo do negócio. Estes eventos afetam o fluxo do processo e têm geralmente uma causa (<i>trigger</i>) ou um impacto (<i>result</i>). Há três tipos de eventos, baseados sobre quando afetam o fluxo: <i>Start</i> , <i>Intermediate</i> , e <i>End</i> .	
Atividade	É um termo genérico para um trabalho executado. Os tipos de atividades são: tarefas e sub-processos. O sub-processo é distinguido por uma pequena cruz no centro inferior da figura.	
Gateway	É usado para controlar a divergência e a convergência da sequência de um fluxo. Assim, determinará decisões tradicionais, como juntar ou dividir trajetos; podem ser exclusiva (XOR), inclusiva (OR) ou paralela (AND).	
Fluxo de Sequência	É usado para mostrar a ordem (sequência) com que as atividades serão executadas em um processo.	
Fluxo de mensagem	É usado para mostrar o fluxo das mensagens entre dois participantes diferentes que os emitem e recebem.	
Associação	É usada para associar dados, texto, e outros artefatos com os objetos de fluxo. As associações são usadas para mostrar as entradas e as saídas das atividades.	

Tabela 5 - Adicionais do Conjunto Básico do BPMN

Objeto	Descrição	Figura	
Pool (Piscina)	É um recipiente de um único processo. O nome do agrupamento pode ser considerada como o nome do processo. Deve haver, pelo menos, uma <i>pool</i> .		
Lane (raia)	A <i>lane</i> é uma subdivisão de uma <i>pool</i> . Representa um papel ou uma área organizacional.		
Artefatos	Objeto de Dado	Representa um documento, dado ou algum outro objeto utilizado, produzido ou alterado no processo.	
	Grupo	O grupo é utilizado para reunir atividades e objetos distintos, mas não afeta o fluxo no diagrama.	

Fonte: Adaptado de HOMEM e COSTA (2010) *apud* HOMEM (2011, p. 91)

3 Estudo de Caso

3.2 O uso do BizAgi

Em operação desde 1989, a empresa inglesa BizAgi está empenhada em oferecer soluções que auxiliem seus clientes de forma significativa no desempenho de seus processos, promovendo tecnologias e metodologias que possam proporcionar uma melhor dinâmica nos negócios da organização (BIZAGI, 2011). Para este trabalho, optou-se por utilizar esta ferramenta devido ao suporte à notação BPMN, bem como, por oferecer uma versão reduzida, porém, gratuita do *software*. O *download* desta distribuição pode ser obtido no site: www.bizagi.com.

3.1 Processo produtivo do tomate

A Tabela 6 descreve as etapas que compõem o processo produtivo do tomate:

Tabela 6 - Fases do Processo Produtivo do Tomate

Fase	Descrição
Seleção das Sementes	Adquiridas em revendas ou na própria lavoura através de plantas robustas, saudáveis, frutos saudáveis (s/cancro) da variedade cultivada, sem rachaduras, sem podridão apical; frutos são espremidos, sementes colhidas em vasilhas não metálicas, fermentados por 96 horas (a 21°C) para eliminar mucilagem.
Produção de Mudanças	Canteiros: locais ensolarados, água próxima, fumigados, 1m. de largura x 5m. de comprimento, sulcos transversais (c/10cm. entre si) com 1cm. de profundidade que recebem 3g. de sementes/m ² desbastando-se 7 dias pós germinação para 3cm. entre plantinhas. Catação de ervas, irrigação 2x/dia (6 e 17 horas), abrigo com 1m. de altura em tempo quente. Copos de papel: tiras de 11cm. de largura, enrolados em lata ou garrafa (6-7cm. de diâmetro) formando copo de 7cm. x 6cm. 50Kg. de jornal dão para formar 20.000 copinhos, para plantar 1 hectare. Substrato formado por 20l. de terra fértil, pouco arenosa, 150g.,

	<p>30g. de cloreto de potássio, peneirado, fumigado (300cc brometo/m³/72 horas). Necessários 4m³ de substrato e 200-300g. de sementes (lançando-se 3-4 sementes/copo cobertas com 1cm. de terra fina) para 20.000 copos. Irriga-se com crivo fino 2x/dia, desbasta-se para 2 plantas/copo 8 dias pós emergência. Via sementeira muda apta em 25-50 dias; via copo muda apta em 15-25 dias.</p>
<p>Preparação do Solo Aração e Gradeação Adubagem</p>	<p>Aração (15-20cm.), gradagem, adubação de cova de 1Kg esterco misturado a 100-200g da fórmula NPK 4-16-8 (cova 0,2m x 0,2m.); em sulcos de 0,4m. de largura x 0,15m. de profundidade, aduba-se com 2Kg esterco/m. linear mais 100-200g. NPK 4-16-8. Tomate rasteiro em camalhões de 15-29cm. (alt.).</p>
<p>Plantio</p>	<p>Espaçamentos: 1m.x0,5m. para sulcos ou covas com 1 planta ou 1m.x0,7m. (2 plantas/cova). A muda é enterrada até os cotilédones, mudas com 10-15cm. de altura ou 4-6 folhas. Industrial 1m.x0,2-0,4m.</p>
<p>Trato da Lavoura Prevenção de Pragas e Doenças Irrigação</p>	<p>Cultura no limpo (3-5 capinas), amontoas (15-20 dias pós-plantio) formando camalhões 1ª adubação cobertura quando aplica-se 50g. de sulfato de amônia/cova, 20-25 dias pós-emergência. Nas seguintes adicionar 30g. de sulfato de potássio ao sulfato de amônia. Irrigação diária até pegamento e depois 2-3/semanas. Plantas com 25-30cm. de altura (25 dias) faz-se tutoramento e amarrio (varas 2,2m) cruzadas e apoiadas em fio de arame liso 18, esticado por estacas grossas distantes de 10m., a 1,8m. de altura. Desbrotas semanais paralelamente aos amarrios, cultura com 2 hastes por planta uma principal e outra do 1º cacho. Pragas: Rosca, vaquinha, pulgão, brocas; cancro, viroses, requeima, vírus.</p>
<p>Colheita</p>	<p>Ciclo 4-7 meses. Colheita a partir de 80-110 dias por 60 dias; ponto de colheita vermelho, avermelhado ou verde-escuro (depende da distância do mercado); grupo I – tomates alongados e grupo II – formato globular; graúdo com diâmetro transversal 52mm. (I) e 120mm. (II); médio com 47-52 (I) e 80-120mm. (II); pequeno com 40-47mm. (I) e 50-80mm. (II) e miúdo</p>

	com 33-40mm. (I). Quanto a qualidade há tipos I, II, etc.. Embalagem caixa tipo K para 23 a 28Kg de tomates. Colhido o tomate deve ser deixado em repouso por 24 horas antes de ser embalado.
Beneficiamento Classificação e Seleção	Para consumo <i>in natura</i> , a fruta deve ser lavada, seca e selecionada. O processo de classificação é feito com base no diâmetro, peso e coloração da fruta. Para pequenos produtores, este processo é feito manualmente.
Distribuição	A distribuição é feita em caixotes, levando em consideração o estado de maturação que a fruta se encontra. Frutas mais maduras não podem ser enviadas as centros de distribuição distantes do produtor, pois são mais susceptíveis a impactos durante o transporte.

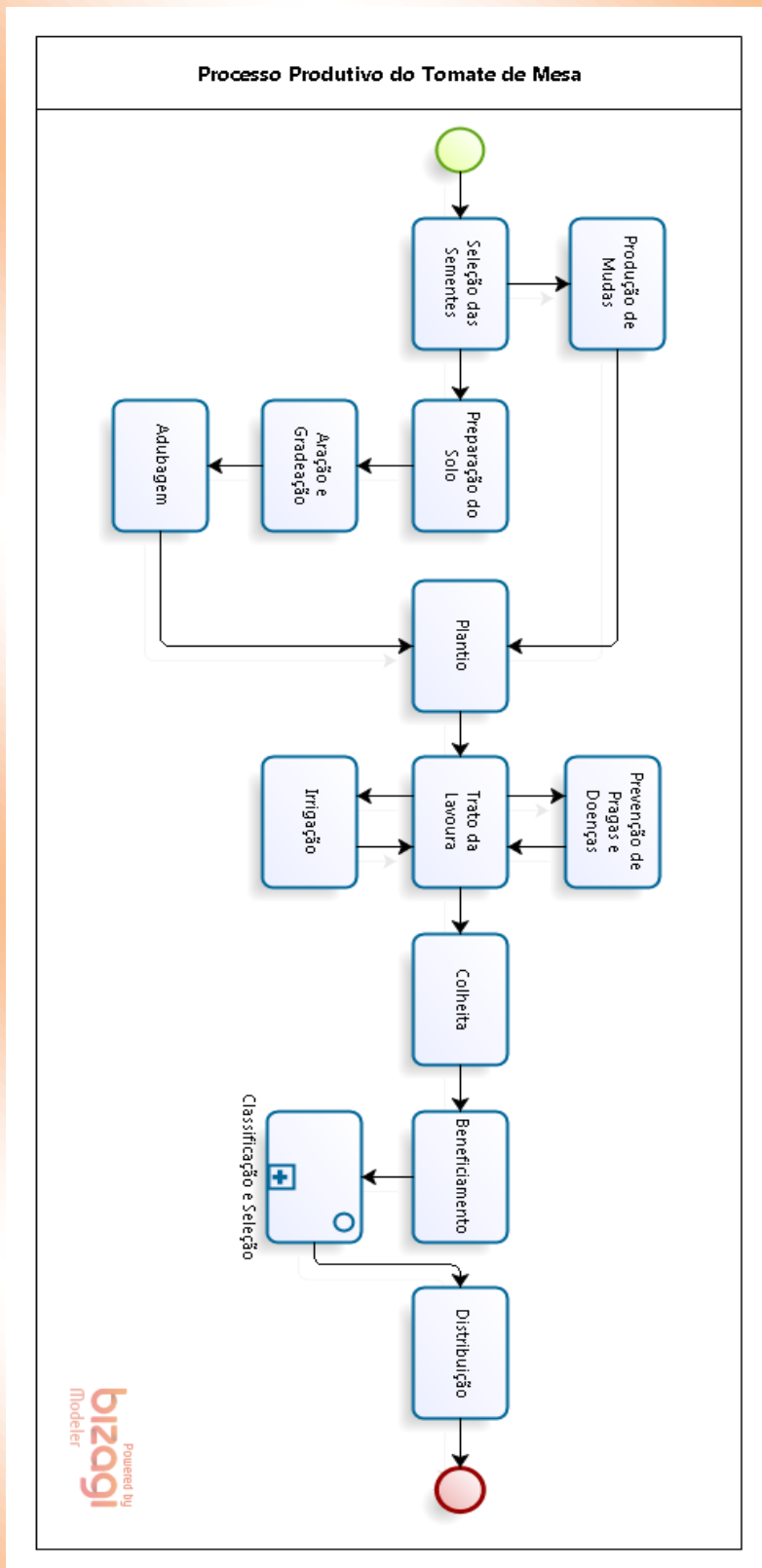
Fonte: SEAGRI (2011)

A partir dessas descrições do processo produtivo foi construído o modelo BPMN apresentado na Figura 1. A principal vantagem desse modelo é a visão do processo, que se torna mais holística para cada atividade, permitindo seu entendimento, sua sequência e eventuais dependências.

O modelo ainda permite uma análise e mapeamento de objetos que complementam a visão e o entendimento das atividades envolvidas no processo, tais como: informações envolvidas, pessoas que realizam as tarefas, sistemas de automação e assim por diante.

As atividades ainda podem ser detalhadas em subdiagramas para descrever com detalhes os procedimentos envolvidos em cada etapa do processo.

Figura 1 - Processo Produtivo do Tomate de Mesa



3.2 Proposta de Automação

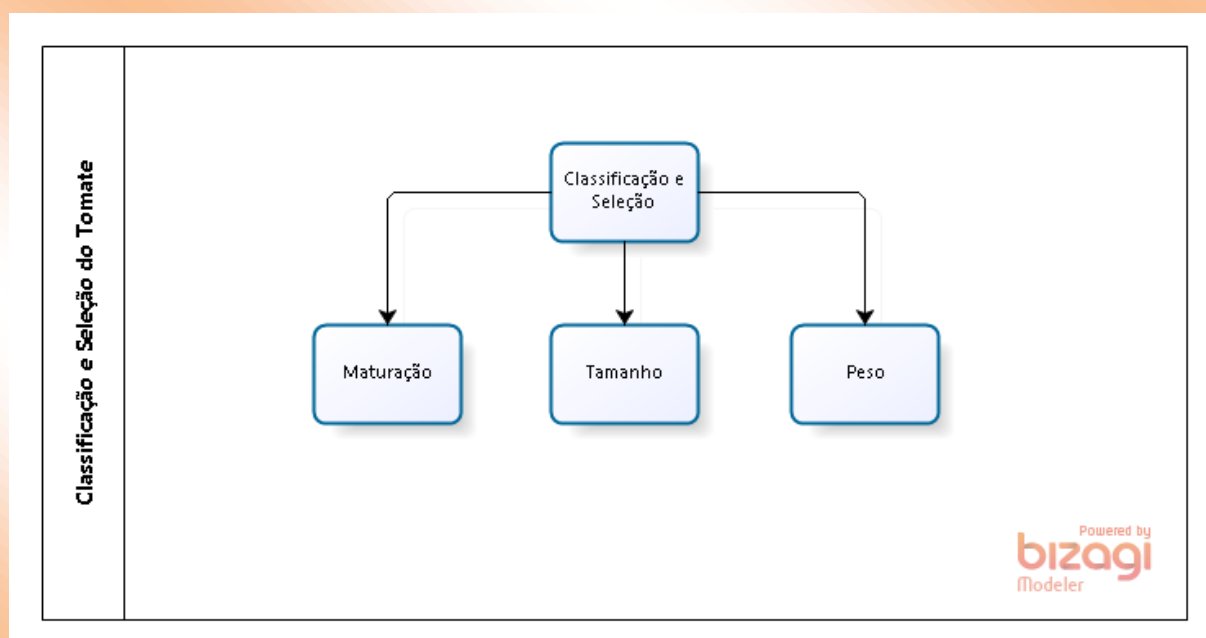
Por automação entende-se a capacidade de se executar comandos, obter medidas, regular parâmetros e controlar funções automaticamente, sem a intervenção humana. Automação também é sinônimo de integração, ou seja, da função mais simples a mais complexa, existem um ou mais sistemas que permitem que um dispositivo seja controlado de modo inteligente, tanto individualmente quanto em conjunto, visando alcançar um maior conforto, informação e segurança (PINHEIRO, 2004).

O uso de operações manuais e da automação, em níveis diferenciados, apresenta situações em que a utilização da mão de obra permanente não assegure o desempenho planejado para o processo, surgindo, assim, a aplicação da automação como uma proposta alternativa (LOYOLA, 1999).

Este trabalho faz um recorte dentro do processo produtivo do tomate, colocando seu foco sob a etapa de “classificação da produção”, como apresentado na Figura 1. Devido ao alto custo de equipamentos automatizados para classificação e seleção, pequenos e médios produtores não possuem recursos para implementar estas tecnologias, o que acaba impactando diretamente na qualidade final de sua produção.

A Figura 2 apresenta o processo de classificação e seleção e suas respectivas subtarefas:

Figura 2 - Processo de Classificação e Seleção



Com a possibilidade da automatização do processo de classificação e seleção, o produto não só ganha em qualidade, mas também em alcance da produção, pois permite ao produtor atingir centros de distribuição mais distantes de sua localidade.

Para automatizar esta fase do processo produtivo será criado um *software* para coleta dos parâmetros relevantes na classificação e posterior seleção. Esta aplicação deve estar embarcada em um equipamento de baixo custo e com desempenho relevante, dinamizando esta etapa do processo e agregando qualidade e padrão à produção.

4 Conclusões

O mapeamento da cadeia produtiva do tomate permitiu visualizar de forma macro as etapas que podem ser objeto de estudo para melhoria do processo.

A qualidade final da produção é fator relevante para atender ao mercado cada vez mais exigente quanto à padronização de frutos, seja pelo tamanho, coloração ou ausência de defeitos.

A partir desse mapeamento será possível a continuidade do trabalho no estudo de sistemas de computação que permitam automatizar a classificação e seleção do tomate. O desafio futuro está em se encontrar equipamentos que possam ser embutidos de sistemas automatizados com uma relação de custo e benefício compatível com a renda dos pequenos produtores brasileiros.

Referências

- AGRONEGÓCIO Socorre Estados Unidos diante da crise. Portal do Agronegócio, Viçosa, MG, 04 out. 2011. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=63268>>. Acesso em: 09 out. 2011
- BIZAGI. *BizAgi Business Agility*, 2011. Disponível em: <www.bizagi.com>. Acesso em: 13 out. 2011.
- CADERNO de Estatísticas. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/brasil/Lists/Publicacoes/DispForm.aspx?ID=77>>. Acesso em: 18 set. 2011.
- CAMARGO, A. M. M. P. de. et al. Desenvolvimento do sistema agroindustrial de tomate. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 53-65, jun. 2006.
- COSTA. M. **Agronegócio: O motor da economia brasileira e o dinamismo da economia paranaense**, 2006. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/agronegocio-motor-economia-brasileira-dinamismo-economia-paranaense>>. Acesso em: 30 set. 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV 2001. 412 p.

FAO, Food and Agriculture Organization. 2007. Production Yearbook 57.

HOMEM, F. L. Q. **Estudo das Iniciativas Tecnológicas para Suporte ao BPM: análise de ferramentas CASE e sua aderência aos padrões de negócio das organizações. Um estudo de caso.** 2011. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2011.

JESTON, J.; NELIS, J. **BPM Implementations: Does One Approach Fit All?** BP Trends, 2006. Disponível em: <<http://www.bptrends.com/publicationfiles/03-06ART-One%20Approach-Jeston-Nelis.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2011.

LOYOLA, S. **A automação da fábrica: a transformação das relações de trabalho.** Curitiba: Ed. do Autor, 1999. 195p.

LOURENZANI, A. E. B. S.; SILVA, A. L. **Gestão da propriedade rural e seus impactos nas decisões acerca dos canais de distribuição: um estudo exploratório sobre o tomate in natura.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41, 2003, Juiz de Fora, MG. **Anais.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003.

OMG. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0, 2003. Disponível em <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF/>>. Acesso em: 01 out. 2011.

PIB AGRO CEPEA-USP/CNA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP, Piracicaba, SP, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 10 out. 2011.

PINHEIRO, J. M. S. **Sistemas de Automação.** Jun. 2004. Disponível em <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_sistemas_automacao.php>. Acesso em: 14 out. 2011.

SEAGRI, Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. **Cultura Tomate.** Salvador, BA. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/Tomate.htm>>. Acesso em: 10 out. 2011.

TESSARI, R. **Gestão de Processos de Negócio: um estudo de caso da BPMN em uma empresa do setor moveleiro.** 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Administração da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2008.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Proposta de Melhoria no Processo da Cadeia Produtiva do Tomate de Mesa sob a Ótica da Automação

Autores: I. Costa; M. da S. Quinello; J. M. Abe; J. Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Jair Minoru Abe

Instituição: UNIP

Título do Meio de Publicação: Anais do IV Sidepro

Local da Publicação: São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: novembro de 2011

Editora: Universidade Paulista UNIP

Total de páginas: 11

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DA GESTÃO ACADÊMICA EM UMA IES UTILIZANDO A INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

Fernando José Alho Gotti (UNIP-SP); fergotti@gmail.com

Ivanir Costa (UNIP-SP); icosta11@live.com

Elcio H. Shiguemori (UNIP-SJC, IEAv); elciohs@gmail.com

Resumo: A realidade atual da Gestão Acadêmica das Instituições de Ensino Superior (IES) é a execução de processos totalmente manuais, apesar de apresentarem vários tipos de sistemas de controle acadêmico e grandes investimentos em Tecnologia da Informação (TI). Muitas possuem indicadores disponíveis ou coletam de diversas fontes com o intuito de subsidiar as tomadas de decisões. Mas muitas vezes estes somente apresentam dados globais, em relatórios complexos, onde análises individualizadas e o planejamento dos dados, não permitem verificar as informações como, por exemplo: desempenho de alunos por turma, turno ou entre as diversas (IES), entre outros. A verificação destas informações torna-se importante para identificar informações específicas referentes ao negócio. O objetivo deste artigo é estudar e propor um sistema informatizado aplicando-se a Inteligência Computacional (IC) como uma Rede Neural Artificial (RNA). Permitindo a análise das informações contidas em uma base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP que é disponibilizado pelo Ministério da Educação (MEC) para consulta por qualquer IES. Foram utilizados os dados de maior relevância para se analisar o desempenho dos alunos de uma determinada instituição escolhida aleatoriamente para não gerar tendências. Segundo os dados escolhidos, foram feitos os treinamentos utilizando-se uma RNA tipo Perceptron de Múltiplas Camadas (PMC). Após a análise dos resultados é possível aprender com estes resultados e compará-los com os dados das versões anteriores, visando possibilitar a tomada de decisões.

Palavras-chave: Gestão Acadêmica, TI; Inteligência Computacional e Rede Neural Artificial.

1. Introdução

A realidade atual das Instituições de Ensino Superior (IES) é a execução de processos totalmente manuais, apesar de apresentarem vários tipos de sistemas de controle acadêmico e grandes investimentos em Tecnologia da Informação (TI) na Gestão Acadêmica. Muitas possuem indicadores disponíveis ou coletam de diversas fontes com o intuito de subsidiar as tomadas de decisões. Mas

muitas vezes estes somente apresentam dados globais, em relatórios complexos, onde análises individualizadas e o planilhamento dos dados possam verificar as informações como, por exemplo: desempenho de alunos por turma, turno ou entre as diversas (IES), entre outros. A verificação destas informações torna-se importante para identificar informações específicas referentes ao negócio. Em um sistema informatizado aplicando-se a Inteligência Computacional (IC) como uma Rede Neural Artificial (RNA), tipo Perceptron de Múltiplas Camadas (PMC), treinada com algoritmo de retropropagação do erro, é usada para classificar as avaliações para gestão acadêmica, sendo necessário para atender essas necessidades de tomada de decisões.

A natureza do treinamento supervisionado da rede PMC requer que o conjunto de treinamento seja composto de uma entrada e uma saída desejada. As entradas são características das instituições, e as saídas são as notas dadas por profissionais avaliadores. Os resultados apresentados neste artigo foram obtidos com a RNA treinada com dados de levantamento e agrupamento das informações, e como parte das informações está disponível nos sistemas atuais, mas não tem condições de serem recuperadas rapidamente e utilizadas de forma a oferecer subsídios para a tomada de decisões. Diferentes técnicas de IC têm sido aplicadas em avaliações, dentre as técnicas de IC, as redes neurais têm sido utilizadas de diferentes maneiras para avaliações.

O artigo propõe-se a utilizá-las para aprender com uso de dados de avaliações anteriores, e então, prever as possíveis melhorias de desempenho com variações dos parâmetros de entrada da rede neural, conforme a literatura dos autores, (Braga, 2011; Haykin, 1994; Lin, 1996; Nadler, 1993; Zeng, 2001). São realizados três testes para avaliar o desempenho da RNA, primeiro com dados avaliados segundo (Gotti, 2011). E segundo diminuindo-se a quantidade de características avaliadas a partir da RNA previamente configurada. Por fim, inserindo-se uma avaliação com nota de Enade 5, testa-se novamente a rede para que os novos cálculos, gerem resultados e estes sejam comparados e analisados. Permitindo-se assim a tomada de decisão.

2. Gestão Acadêmica em uma Instituição de Ensino Superior

Este trabalho está baseado em um Estudo de Caso, que a partir de dados coletados pelo Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) que faz parte das diretrizes do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) do Ministério da Educação (MEC), e permite que as organizações IES tenham condições de avaliar melhor o processo de ensino aprendizagem. Este processo faz parte da nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996, que segundo (Souza, 2001) através do SINAES que se realiza o ENADE todo o ano de cursos pré determinados, medindo assim sua qualidade.

Para (Yin, 1994), o estudo de caso é um método bastante indicado para contexto no qual o investigador tem pouco controle sobre os eventos que está pesquisando, sendo tais eventos fenômenos contemporâneos e reais.

As informações obtidas com a metodologia de estudo de caso podem ser utilizadas na gestão acadêmica de uma IES. Neste trabalho serão utilizadas para avaliar o desempenho da instituição com base nas informações apresentadas pela rede neural. A Tabela 3 apresenta os dados da amostra escolhida no Enade, onde é apresentado o número de participantes da prova, o número de alunos concluintes por IES e o conceito gerado pelo Enade. As características são assim classificadas: IES – Instituição de Ensino Superior; Part – número de alunos ingressantes no curso; Conc – número de alunos concluintes, Enade – valor calculado do Enade e Con_Enade – Conceito associado aos valores calculados.

3. Inteligência Computacional aplicada às avaliações

Dentre os modelos de avaliações comumente aplicados à análise de dados, se encontram os modelos tradicionais e os modelos inteligentes. Os modelos tradicionais englobam os classificadores estatísticos e os modelos inteligentes reúnem os algoritmos aproximados que empregam alguma técnica de inteligência artificial.

Projetar e implementar sistemas de análise de dados, providos de desempenho próximo da capacidade humana de realizar funções de análise de dados, ainda é um problema em estudo. Assim, diversas teorias vêm sendo empregadas com as pesquisas em sistemas biológicos e computacionais. Técnicas de reconhecimento de padrões e inteligência artificial, como as redes neurais artificiais, algoritmos genéticos e a lógica difusa são empregadas para análise de dados, segundo (Braga, 2011; Haykin, 1994; Zadeh, 1965). Neste trabalho estas três técnicas são utilizadas para avaliação da gestão acadêmica de IES.

É interessante destacar o emprego destas tecnologias em conjunto e não só individualmente. A integração de tecnologias permite o desenvolvimento de ferramentas computacionais flexíveis na execução do raciocínio aproximado. Em se tratando de problemas reais, difíceis de modelar e com espaços de solução em grande escala. Nestes casos os modelos precisos se tornam impraticáveis, caros e, às vezes, inexistentes. A informação relevante que se tem do problema é, na maioria dos casos, conhecimento incompleto e que contém erros, o que acarreta dados de entrada e saída.

3.1 Redes Neurais Artificiais

As RNAs exploram o intrínseco processamento paralelo e são tolerantes à falhas. A propriedades que as tornam apropriadas para aplicação em reconhecimento de padrões, processamento de sinais, processamento de imagens, mercados financeiros, visão computacional, engenharia, entre outros segundso os autores (Braga, 2011; Haykin, 1994; Lin, 1996; Nadler, 1993; Zeng, 2001).

As redes neurais artificiais têm dois estágios em sua aplicação. Durante a fase de aprendizagem, os pesos e limiares da rede correspondentes a cada conexão são ajustados. Para a ativação, a saída é obtida baseada nos pesos e limiares da fase de treinamento.

RNAs são compostas de elementos simples de processamento (neurônios). Um modelo de neurônio artificial consiste basicamente de uma combinação linear seguida de uma função de ativação, dado por (1):

$$y_k = \varphi \left(\sum_{j=1}^n w_{kj} x_j + b_k \right) \quad (1)$$

Onde w_{kj} são os pesos sinápticos, b_k o limiar, x_j é o vetor de entrada e y_k a saída no k -ésimo neurônio é a função de ativação do neurônio.

A RNA irá resolver problemas não lineares, se forem utilizadas funções de ativação não lineares nas camadas ocultas e/ou de saída.

Dentre as várias funções, a sigmóide e tangente hiperbólica são os mais utilizados.

Existem diferentes arquiteturas de redes neurais artificiais que são dependentes da estratégia de aprendizagem adotada. No presente trabalho foi utilizada a rede Perceptron de Múltiplas Camadas (PMC) treinada com algoritmo de retropropagação do erro, que é uma rede alimentada para frente composta por uma camada de entrada, uma camada de saída e uma ou mais camadas escondidas, cujo objetivo é extrair estatísticas de alta ordem de seus dados de entrada.

A rede PMC com algoritmo de retropropagação do erro possui uma aprendizagem supervisionada, que requer o par entrada e saída desejada. Tais pares permitem o cálculo do erro da rede como a diferença entre a saída desejada e a saída calculada. Os pesos são ajustados através da retropropagação do erro, governados pela regra de ajuste. Os pesos são ajustados por um erro proporcional ao erro. Mais detalhes podem ser encontrados em (Braga, 2011; Haykin, 1994).

3.2 Ferramentas para implementação e testes

Com o aumento da quantidade de trabalhos que fazem uso das redes neurais artificiais, diversos ambientes de desenvolvimento e testes têm sido apresentados e utilizados, desde os tradicionais Softwares de programação como as linguagens (*Fortran, Delphi, Pascal, C* e etc) quanto às mais modernas ferramentas, como por exemplo, o *EasyNN*, o WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*), o SNNS (*Stuttgart Neural Network Simulator*). Também pode ser utilizada a biblioteca de redes neurais do MatLab, muito difundida nos meios acadêmicos. O *EasyNN* é um software comercial com interface gráfica para treinamento e testes e possui interface amigável para realização dos experimentos.

Um outro ambiente é o WEKA, que possui um conjunto de algoritmos de aprendizado de máquina para tarefas de mineração de dados. Possui ferramentas para pré-processamento, classificação, regressão, associação e visualização. O SNNS é um simulador de redes neurais desenvolvido pela Universidade de Stuttgart, que possui diversos modelos de RNAs, entre elas, *Perceptron* de Múltiplas Camadas, Funções de Base Radial e *Cascade Correlation*. A empresa Mathworks possui uma biblioteca de Redes Neurais Artificiais voltada para o MatLab, que possibilita o desenvolvimento, a implementação, a visualização e a simulação de diferentes modelos de redes neurais. Utilizaremos em nossos testes uma ferramenta própria desenvolvida na linguagem Fortran e executada em plataforma *Windows XP*.

4. Redes Neurais Artificiais aplicadas à Avaliação da IES

Neste trabalho as redes neurais são utilizadas para avaliação dos dados de várias IES com base nas informações do ENADE. Foram selecionados dados de 12 IES, apresentados nas Tabelas 1 e 2, juntamente com outros dados como os a seguir: C1: Part – total de participantes, C2: Conc – número de alunos concluintes, C3: Enade – valor calculado do Enade por IES, C4: Con_Enade – conceito do Enade de cada IES, C5: Not_enade – nota do Enade para cada IES, C6: Idd – indicador de diferença entre o desempenho observado e esperado dos alunos, C7: Cpc – conceito preliminar de curso e C8: Cpc_fx – conceito preliminar de curso padronizado. A Figura 1 ilustra a avaliação.

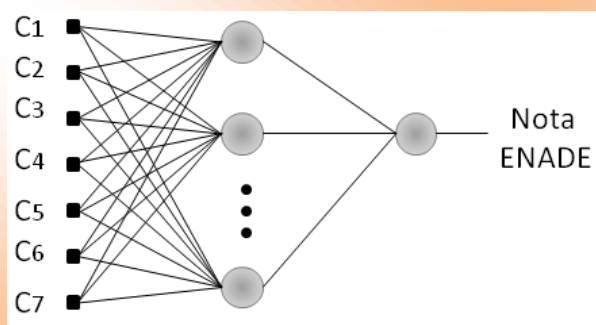


Figura 1. Rede Neural em avaliação.

Os dados foram divididos em 3 subconjuntos de entradas/saída, com 8 elementos para o treinamento, conforme Tabela 1. Logo após foram escolhidos 2 para a validação, conforme Tabela 2 e para finalizar foram escolhidos mais 2 para a generalização, conforme a Tabela 3. Os conjuntos de treinamento e validação são utilizados durante o treinamento, enquanto o de generalização nos testes da RNA. A rede é treinada com um subconjunto de treinamento formado 8 conjuntos de entradas/saída.

Tabela 1 – Conjunto de Treinamento da Rede Neural

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
38	141	3.93	4	36.855	35.292	3.30	4
129	24	2.24	3	26.251	19.313	2.31	3
192	77	2.62	3	18.135	26.080	2.58	3
317	214	1.66	2	34.556	19.953	2.13	3
15	39	2.78	3	22.889	22.834	2.23	3
177	230	2.01	3	22.268	21.553	1.96	3
63	51	2.09	3	20.276	21.827	1.94	2
66	117	1.99	3	21.412	22.182	2.02	3

Tabela 2 – Conjunto de Validação da Rede Neural

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
62	93	2.13	3	23.536	22.074	2.46	3
41	41	3.08	4	29.133	30.600	2.96	4

Tabela 3 – Conjunto de Generalização da Rede Neural

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
81	15	2.41	3	26.091	0.9405	2.33	3
60	73	1.98	3	23.055	25.543	2.54	3

Durante a fase de treinamento, a rede deve ser treinada de modo que aprenda o suficiente com base no conjunto de treinamento, mas que seja capaz de generalizar com novos dados. Uma ferramenta para evitar que a rede não se especialize nos dados treinados é a validação cruzada, que consiste em apresentar o subconjunto de validação e parar antes da especialização, segundo (Haykin, 1994).

O erro quadrático da avaliação é obtido por:

$$\text{Erro} = \frac{1}{2} (N^{\text{Avaliador}} - N^{\text{Rede Neural}})^2 \quad (2)$$

Onde $N^{\text{Avaliador}}$ é a nota apresentada pelo avaliador e $N^{\text{Rede Neural}}$ é a nota estimada pela rede neural.

No treinamento da rede da rede neural foram utilizados os subconjuntos de treinamento contendo 8 avaliações e o de validação contendo 2 pares de entrada/saída. Foi variado o número de neurônios na camada escondida com o objetivo de encontrar uma melhor arquitetura de rede neural, esse processo é necessário para um melhor desempenho da classificação. Na Tabela 2 apresenta-se a média dos Erros destas avaliações.

A Figura 2 ilustra um exemplo de avaliação do treinamento da rede neural. O critério de parada utilizado no treinamento foi a de validação cruzada na função, segundo (Haykin, 1994).

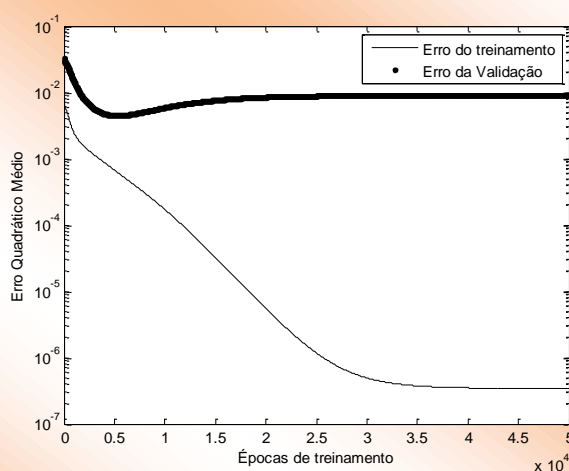


Figura 2 – Exemplo do erro de treinamento.

Tabela 4 – Erros obtidos nos testes de validação.

Neurônios	Média Erro Quadrático
1	1.4545×10^{-3}
2	5.9330×10^{-3}
3	3.0160×10^{-3}
4*	1.1225×10^{-3}
5	3.9465×10^{-3}
6	7.5920×10^{-3}

O número de neurônios na camada escondida para a rede neural e os dados apresentados é 4, menos que isso não há informações suficientes para o treinamento e mais que 4 inicia-se o processo de saturação da rede neural.

As saídas para cada caso apresentado na Tabela 5 são apresentadas na Figura 1, considerando diferentes números de neurônios na camada escondida.

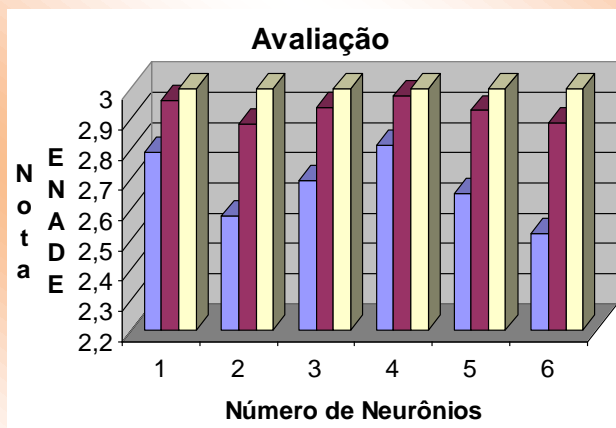


Figura 3 – Comparação dos resultados obtidos pela Rede Neural e pelos Avaliadores.

Para gestão acadêmica, é possível extrair informações de quais características que mais influenciaram na avaliação com o uso de informações e dos pesos da rede neural. Estes pesos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Influência das características nas avaliações.

	1	2	3	4	5	6
C1	0.43	0.35	0.66	0.96	0.81	0.51
C2	0.84	1.10	1.52	1.96	2.06	2.22
C3	1.76	1.87	3.24	3.97	4.40	4.26
C4	0.06	0.11	0.33	0.84	0.70	0.96
C5	1.29	1.43	2.49	3.22	3.50	3.32
C6	0.15	0.78	0.58	0.31	1.00	1.88
C7	2.02	1.53	3.40	4.85	4.47	3.60

De acordo com os cálculos da RNA, são apresentadas na Tabela 5, as características que mais influenciam no resultado são C2: número de alunos concluintes, C3: Enade, C5: Not_Enade e C7: Cpc. Com a identificação foi possível avaliar que é possível fazer simulações para a melhoria das características, tornando as avaliações de desempenho pela Instituição, mais próximas da realidade.

Tabela 6 – Erros obtidos nos testes de validação.

Neurônios	Média Erro Quadrático
1	1.1285×10^{-3}
2	1.7345×10^{-3}
3	1.5665×10^{-3}
4	2.3130×10^{-3}
5	0.0845×10^{-3}
6	0.8825×10^{-3}
7	1.4480×10^{-3}
8	1.8490×10^{-3}

Segundo os resultados obtidos, pode-se observar que, para esta configuração, a rede neural apresentou notas mais próximas às dos avaliadores utilizando-se 5 neurônios na camada escondida, quando comparada com o experimento anterior Tabela 6. O teste de generalização também mostrou que a rede neural apresenta notas mais próximas às dos avaliadores, como é apresentado Na Figura 4, também com uso de 5 neurônios na camada escondida.

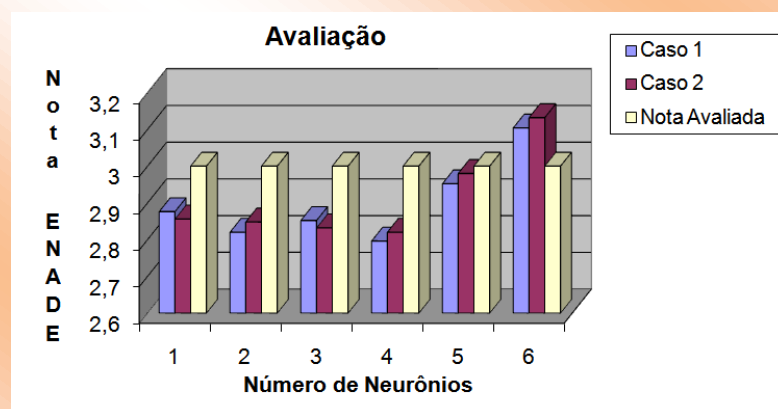


Figura 4 – Resultado da análise.

Nota-se que a rede neural apresenta notas mais próximas às dos avaliadores. Uma observação pode ser feita quanto as notas estimadas com a rede neural configurada com 6 neurônios na camada escondida: a RNA superestima os dados avaliados e a nota estimada é maior que 3, mostrando que deve-se usar uma quantidade adequada de neurônios na camada escondida. Esta quantidade pode ser definida com o teste de validação, como mostrado neste trabalho.

No caso analisado anteriormente nenhuma nota 5 foi considerada no treinamento da rede neural, o que pode resultar em uma deficiência na estimação das notas. Com esta consideração, introduziu-se um novo caso, ressaltado na Tabela 7.

Tabela 7 – Dados utilizados no treinamento da RNA com inserção do caso com nota 5.

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
38	141	3.93	4	36.855	35.292	3.30	4
129	24	2.24	3	26.251	19.313	2.31	3
192	77	2.62	3	18.135	26.080	2.58	3
317	214	1.66	2	34.556	19.953	2.13	3
175	136	4.80	5	62.347	57.070	4.19	5
177	230	2.01	3	22.268	21.553	1.96	3
63	51	2.09	3	20.276	21.827	1.94	2
66	117	1.99	3	21.412	22.182	2.02	3

Novamente, foi utilizada a Rede Perceptron de Múltiplas Camadas com algoritmo de Retropropagação do Erro para o treinamento dos dados. A quantidade de neurônios na camada

escondida foi variada, mantendo-se fixos o erro desejado (0,001) e a taxa de aprendizado inicial (0,5). Na Tabela 8 são apresentados os erros de validação cruzada obtidos na fase de treinamento.

Tabela 8 – Erros obtidos nos testes de validação.

Neurônios	Média Erro Quadrático
1	1.4130×10^{-3}
2	4.2685×10^{-3}
3	6.0740×10^{-3}
4	5.1425×10^{-3}
5	0.7105×10^{-3}
6	5.2880×10^{-3}
7	8.4565×10^{-3}
8	7.3825×10^{-3}

Observa-se que a rede neural continua atingindo erros próximos aos do experimento anterior na fase de treinamento. Os testes de generalização é aplicado nos mesmos casos apresentados na Tabela 3. O resultado destes testes são apresentados na Figura 5.

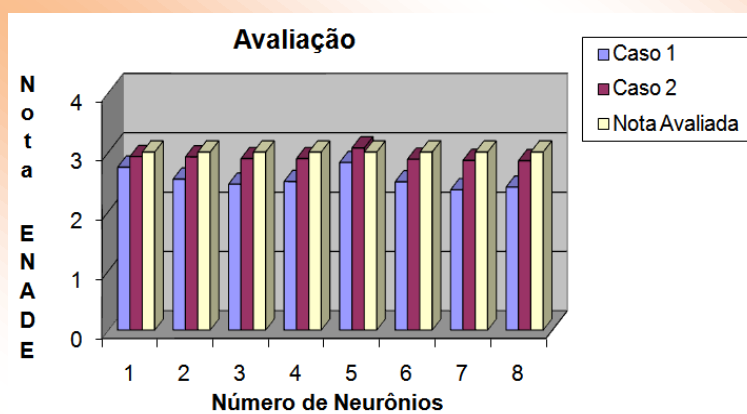


Figura 5 – Teste de Generalização da rede neural treinada com dados da nota 5.

Como pode ser visto no teste de generalização, com o treinamento da rede neural com dados da Instituição com nota 5, a avaliação dos dois casos não utilizados na fase de treinamento, continuam apresentando resultados próximos aos dados pelos avaliadores.

5. Considerações Finais

Neste trabalho foi apresentada uma metodologia para auxiliar na avaliação do desempenho de uma IES. A gestão da IES Brasileira com foco na dificuldade de se avaliar e apresentar os resultados existentes nos seus sistemas acadêmicos. Ele visou automatizar o processo de avaliação da IES com o objetivo de contribuir para a gestão de informações na instituição com o uso de sistemas de Inteligência Computacional. A partir da coleta de dados nas bases de dados do MEC, foi escolhida uma rede neural artificial, tipo Perceptron de Múltiplas Camadas, treinada com algoritmo de retropropagação do erro, que é uma rede alimentada para frente composta por uma camada de entrada, uma camada de saída e uma ou mais camadas escondidas, cujo objetivo é extrair estatísticas de alta ordem de seus dados de entrada. Os dois novos testes foram realizados para avaliar o desempenho da rede neural, comparados com os resultados previamente publicados: o primeiro diminuindo a quantidade de características avaliadas; o segundo inserindo-se uma avaliação com nota 5. Onde pode-se observar que a RNA apresentou resultados mais próximos aos apresentados pelos avaliadores do MEC, desde que se use um número adequado de neurônios na camada escondida. Inserindo-se o caso com nota 5, a rede continua a apresentar boa capacidade de generalização, como mostrado na Figura 5. Em todos os casos considerados a metodologia apresentada neste trabalho apresenta resultados próximos aos dos avaliadores, mostrando-se adequada para uso como ferramenta na tomada de decisão e gestão das informações. A partir dos resultados foi apresentada a análise dos dados com a Rede Neural treinada com informações das IES, garantindo uma estimação rápida das notas como as apresentadas nas Figuras 3, 4 e 5, possibilitando rápida tomada de decisão por parte dos gestores da IES.

Referências Bibliográficas:

- BLOCH, S. *Excel para Engenheiros e Cientistas*. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. *Redes Neurais Artificiais – Teoria e Prática*. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- GOTTI, F. J. A.; COSTA, I.; SHIGUEMORI, E. H., *Inteligência Computacional Aplicada às Avaliações da Gestão Acadêmica em uma IE*. ICECE'2011 – VII International Conference on engineering and Computer Education. Guimaraes: Portugal, 2011.
- HAYKIN, S. *Neural Networks: A Comprehensive Foudation*, NJ: Prentice Hall, 1994.
- LIN, C., LEE, C. *Neural Fuzzy Systems: Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems*, NJ: Prentice Hall, 1996.

- NADLER, M, SMITH, E., *Pattern Recognition Engineering*. New York: Wiley, 1993, pp. 293-294.
- SHANTHI, D, SAHOO, G., SARAVANAN, N. *Designing an Artificial Neural Network Model for the Prediction of Thrombo-embolic Stroke. International Journals of Biometric and Bioinformatics - IJBB*, Vol. 3, No 1.
- SOUZA, P.; SILVA, E., *Como Entender e Aplicar a Nova LDB*. São Paulo: Pioneira, 2001.
- TSOUKALAS, L., UHRIG, R., *Fuzzy and neural approaches in engineering*, New York: Wiley, 1997.
- ZADEH, L. A., *Fuzzy sets - Information and Control*, Vol. 8: 338–353, 1965.
- ZENG, X., YEUNG, D. S., *Sensitivity Analysis of Multilayer Perceptron to Input and Weight Perturbations. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Vol. 12, No 6, November 2001.
- ZHANG, G. P., *Neural Networks for Classification: A Survey. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Vol. 30, No 04, November 2000.
- YIN, R., *Estudo de Caso. Planejamento e Métodos*. São Paulo: Bookman, 1994.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Proposta de uma Metodologia para Avaliação da Gestão Acadêmica em um IES Utilizando a Inteligência Computacional

Autores: F. J. A. Gotti, I. Costa, E. H. Shiguemori

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Sim

Agência de Fomento: UNIP

Título do Meio de Publicação: Anais do IV Sidepro

Local da Publicação: São Paulo, SP, Brasil

Mês e Ano da Publicação: Novembro de 2011

Editora: Universidade Paulista UNIP

Total de páginas: 11

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

PROTÓTIPO DE APOIO À DECISÃO DURANTE A SISTEMATIZAÇÃO DA ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM BASEADO NA LÓGICA PARACONSISTENTE

Bárbara de Souza Gutierres – UNIP-SP – ba.gutierres@yahoo.com.br

Jair Minoro Abe – UNIP-SP – jairabe@uol.com.br

Mariano Sergio Pacheco de Angelo – UNIP-SP – mariano.angelo@ig.com.br

Resumo: A enfermagem traz implícita em sua prática clínica a tomada de decisão. Este processo ocorre nos mais variados contextos da assistência, nos quais, para tomar uma decisão, o enfermeiro utiliza-se de seus conhecimentos empíricos, técnicos e científicos, permeados por vários fatores que podem gerar dados imprecisos. Para o tratamento desses dados, torna-se essencial a inserção da informática baseada em aplicações matemáticas que processem e manipulem estes dados a fim de torná-los uma ferramenta com abordagem de relativa facilidade para modelar a inconsistência de dados existentes durante a sistematização.

Palavras-chave: sistematização da assistência de enfermagem; lógica paraconsistente; tomada de decisão

1 Introdução

A enfermagem é uma profissão que tem ao longo do tempo buscado sua consolidação quanto ciência. Para o alcance deste objetivo um caminho árduo tem sido percorrido na procura de estratégias que visam alicerçar-se esta prática e, dentre elas, encontra-se a necessidade de estabelecer uma linguagem comum que seja utilizada universalmente pelos profissionais, adaptada às mais variadas culturas e contextos. Uma linguagem comum auxilia a captar o valor econômico dos serviços prestados e favorecer a comunicação entre os profissionais, cliente e equipe (ANDRADE; VIEIRA, 2005).

Como uma profissão crucial para a construção de uma assistência qualificada em saúde, vem acompanhando profundas e importantes mudanças sociais e políticas, no campo tecnológico, nas relações interpessoais e, principalmente, na maneira de organizar serviços e responder às novas demandas gerenciais e científicas (NASCIMENTO et al., 2008).

Desde o advento dos processos de Acreditação Hospitalar, o discurso em defesa da Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE) e de metodologias para implementação do processo de enfermagem em unidades hospitalares, vem ganhando adeptos. Tal movimento cresce

tendo em vista que o emprego de metodologias para a organização do trabalho da enfermagem faz-se essencial para obtenção desses certificados de acreditação hospitalar (FULY; LEITE; LIMA, 2008).

Ao analisarmos os critérios para se acreditar uma instituição hospitalar, em todos os níveis e em todas as unidades eles estão relacionados e centralizados na equipe de enfermagem. Há de se ver que a implementação da SAE é um grande passo para o credenciamento das instituições hospitalares, pois contempla muitos critérios dos instrumentos avaliadores. Assim percebe-se a importância da SAE, para o enfermeiro trabalhar, ou seja, organizar seu serviço partindo desta (FULY; LEITE; LIMA, 2008).

2 Referencial Teórico

A informática em enfermagem é uma área de conhecimento que estuda a aplicação de recursos tecnológicos em diversos sentidos como praticidade, assistência, gerenciamento da assistência e do cuidado tendo como melhoria do atendimento ao paciente e um trabalho mais humanizado (PALOMARES; MARQUES, 2010).

Apesar de tratar-se uma área com mais de 30 anos, a informática em enfermagem enfrenta diversos desafios, como a falta de intimidade de muitos profissionais com a tecnologia inserida nas instituições e preferência por prontuários manuais, nos quais ocorrem uma minimização do tempo dedicado ao paciente e ao atendimento humanizado e a maximização do tempo utilizado pelo enfermeiro para o gerenciamento e preenchimento de papéis relacionados ao atendimento prestado.

Utilizar-se da tecnologia na enfermagem é estar em conhecimento constante, é ter um prontuário eletrônico que pode ficar guardado por tempo indeterminado, sem desperdício de papel, satisfazendo a necessidade de documentação e controle (PALOMARES; MARQUES, 2010).

Desde 1986 o planejamento da assistência de enfermagem é uma imposição legal. De acordo com a Lei do Exercício Profissional nº 7.498, art. 11, alínea c: “O enfermeiro exerce todas as atividades de enfermagem, cabendo-lhe: I) Privativamente: ... c) planejamento, organização, coordenação e avaliação dos serviços de assistência de enfermagem” (ANDRADE; VIEIRA, 2005) (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2000).

Reforçando a importância e a necessidade de se planejar a assistência de enfermagem, a Resolução COFEN nº 272/2002, art. 2º, afirma que a implementação da Sistematização da Assistência de Enfermagem – SAE – deve ocorrer em toda instituição de saúde pública e privada (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2011)

O enfermeiro ao planejar a assistência garante a prescrição adequada dos cuidados, orienta a supervisão do desempenho do pessoal, a avaliação dos resultados e da qualidade da assistência porque norteia as ações (ANDRADE; VIEIRA, 2005).

É fundamental que durante a Sistematização da Assistência de Enfermagem haja a padronização de uma linguagem que possa ser praticada da mesma forma por enfermeiros de diverso locais. A partir dessa necessidade houve a criação de instrumentos que possibilitam a interação dinâmica durante a SAE, sendo: NANDA (*North American Nursing Diagnosis Association* / Associação de Diagnósticos de Enfermagem Norte-Americano), NOC (*Nursing Outcomes Classification* / Classificação dos Resultados de Enfermagem) e NIC (*Nursing Interventions Classification* / Classificação das Intervenções de Enfermagem) (VARGAS; FRANÇA, 2007).

A NANDA trata-se de um sistema criado e adotado por enfermeiras americanas que tem como objetivo desenvolver uma classificação que padroniza diagnósticos para serem utilizados pelos profissionais de enfermagem. Estes diagnósticos podem ser entendidos como “*juízo clínico das respostas do indivíduo, da família e/ou da comunidade a problemas de saúde/processos vitais reais ou potenciais*”. O diagnóstico de enfermagem constitui a base para a seleção das intervenções de enfermagem para o alcance dos resultados pelos quais o enfermeiro é responsável (GARCEZ, 2010) (*North American Nursing Diagnosis Association, 2010*).

A NIC abrange as intervenções realizadas por todos os enfermeiros, clinicamente úteis. Este sistema foi criado com os objetivos de padronizar e definir a base da prática de enfermagem, facilitar a adequada escolha de uma intervenção, facilitar a comunicação dos tratamentos de enfermagem a outros enfermeiros e provedores de cuidados e facilitar o desenvolvimento e o uso de sistemas de informação de enfermagem (GARCEZ, 2010).

A NOC foi criada durante a reestruturação do sistema de saúde norte-americano, visando à mensuração dos resultados obtidos durante o processo de cuidar como medida da eficácia do sistema (GARCEZ, 2010).

Desde a década de 90 estes instrumentos de auxílio à sistematização assumiram um importante papel nas Comissões de Acreditação, como *Joint Commission in the Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO)*, que utiliza os resultados deste sistema para a avaliar a eficiência organizacional e a qualidade da assistência prestada. Esta acreditação é uma das mais importantes e concorridas pelos hospitais brasileiros, ainda que poucos tenham à disposição um sistema implantado com NANDA, NIC e NOC implantados simultaneamente (VARGAS; FRANÇA, 2007).

A Escala de Likert é utilizada como o instrumento de medida dos resultados de enfermagem mediante as intervenções utilizadas. Esta pontuação se dá de 1 até 5, onde 1 considera-se um estado grave e 5 de cura e/ou total melhora descrito em diversos indicadores, sendo restritivamente uma

função do enfermeiro. Por tratar-se de um instrumento com o qual a experiência profissional, percepção e outras características empíricas e inerentes ao profissional tem peso durante a decisão, muitas vezes os resultados obtidos podem sofrer interferências, de acordo com o enfermeiro-avaliador.

Tratando-se de uma área na qual os dados não podem ser tratados binariamente, ou seja, sim ou não, preto ou branco, alto ou baixo, é fundamental a criação de software baseado em uma lógica não clássica, ou seja, aquela que assume a gradação entre os dados gerados, onde a decisão possa ser do tipo “um pouco mais”, “talvez sim”, entre tantas outras variáveis que representam as decisões humanas.

Para isso será adotada a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ que parte do princípio de que é possível estabelecer, numa escala de 0 a 1, graus de evidência favorável e evidência desfavorável para as comparações entre dois casos. Existem casos em que as proposições podem ser verdadeiras e as inferências são ilegítimas, portanto, argumentos válidos podem ter conclusões verdadeiras ou falsas. A aplicação desta Lógica permitirá a classificação e a comparação dos Resultados de Enfermagem da NOC durante todo o período de internação do paciente, mensurando os graus de evidência favorável e desfavorável à sua cura e/ou melhora, através da análise dos índices apresentados, determinando a eficiência do cuidado prestado.

3 Conclusões

Por tratar-se de um tema de grande relevância na Enfermagem podemos encontrar na literatura diversos trabalhos que descrevem a tentativa de implantação de sistemas que contemplam a Sistematização da Assistência de Enfermagem. Chama a atenção dos autores deste projeto a ausência de sistemas que contemplem lógicas não clássicas para a classificação e mensuração dos resultados obtidos durante a permanência do paciente na instituição hospitalar, onde permanece a utilização da Escala de Likert que, muitas vezes, pode sofrer a interferência no resultado final, por depender exclusivamente da avaliação de um enfermeiro.

Acredita-se que a partir da implantação de um software com inteligência artificial e dotado de uma lógica não clássica que aceite dados que possuam valores intermediários entre o verdadeiro e o falso, com os quais a inferência dos resultados seja feita automaticamente a partir da inserção de dados no prontuário para cada um dos indicadores pertinentes à avaliação, minimize os erros ocorridos durante esta etapa, e otimize o tempo utilizado pelo enfermeiro durante o preenchimento

da assistência prestada, aumentando o tempo a ser utilizado para a humanização durante a permanência do paciente.

Referências

- ANDRADE, J. S.; VIEIRA, M. J. Prática Assistencial de Enfermagem: Problemas, perspectivas e necessidade de sistematização. **Revista Brasileira de Enfermagem**. Brasília, 2005.
- CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM: **Código de Ética dos Profissionais de Enfermagem**. Rio de Janeiro (RJ). Gráfica COFEN, 2000.
- CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM: Resolução COFEN nº 272/2002 [citada em 14 de outubro de 2011]. Disponível em: URL: <http://www.portalcofen.com.br/_novoportal>.
- FULY, P. S. C.; LEITE, J. L.; LIMA, S. B. S. Correntes de pensamento nacionais sobre sistematização da assistência de enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**. Brasília, 2008.
- GARCEZ, R. M. **Diagnósticos de Enfermagem: definições e classificações 2009-2011(NANDA)**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- NASCIMENTO, K. C. et al. Sistematização da Assistência de Enfermagem: Vislumbrando um cuidado interativo, complementar e multidisciplinar. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**. São Paulo, 2008.
- North American Nursing Diagnosis Association. **Diagnósticos de enfermagem da NANDA: definições e classificação 2009-2011**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- PALOMARES, M. L. E.; MARQUES, I. R. Contribuições dos Sistemas Computacionais na Implantação da Sistematização da Assistência de Enfermagem. *Journal of Health Infomartics*, 2010.
- ROCHA, S. M. M.; ALMEIDA, M. C. P. O processo de trabalho da Enfermagem em saúde coletiva e a interdisciplinaridade. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. Ribeirão Preto, 2000.
- VARGAS, R. S.; FRANÇA, F. C. V. Processo de Enfermagem aplicado a um portador de Cirrose Hepática utilizando as terminologias padronizadas NANDA, NIC, NOC. **Revista Brasileira de Enfermagem**, 2007.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Protótipo de Apoio à Decisão durante a Sistematização da Assistência de Enfermagem Baseado na Lógica Paraconsistente

Autores: B. S. Gutierrez; J. M. Abe; M. S. P. de Angelo

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: IV SIDEPRO - Simpósio sobre Redes e Cadeias de Fornecimento

Local da Publicação: São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: UNIP

Página inicial e página final: 215-219

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

REVISITANDO O *FRAMEWORK* PARA A GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS DE *SOFTWARE*

Marcelo Nogueira¹, Jair Minoro Abe², Oduvaldo Vendrametto³

Abstract: A literature search has identified that the issue Framework for Risk Management in Software Projects had remarkable progress by the interest of professionals and many new models were published in order to establish suitability for workflow processes that involve risks. The publication of ISO/IEC 31000 at the end of 2009 established a general pattern for the core activities of risk management so that it could be implemented and their benefits could be measured. In according to the publication of the Ministry of Science and Technology the numbers on the adoption of risk management in Brazilian companies producing software did not obtain significant advances. So, in order to explore the issue a revisit to the work is proposed to identify and compare with the standard published by ISO, indicating which activities need to be adjusted so that the framework is consistent, without losing their easiness of adoption.

Keywords: Risk Framework, Software Projects, Software Engineering.

Introdução

Num ambiente globalizado e de mudanças cada vez mais complexas, a gestão adequada da Informação assume uma importância decisiva no processo de tomada de decisão e na busca de vantagens competitivas nas organizações.

Diante desta necessidade as empresas focam suas atenções ao desenvolvimento de sistemas de informação que propiciam informações extremamente essenciais para a tomada de decisão dos principais executivos de uma organização.

Riscos

Segundo Robert Charette [2], a definição de risco é:

¹ Marcelo Nogueira, Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – SP, marcelo@noginfo.com.br

² Jair Minoro Abe, Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – SP, jairabe@uol.com.br

³ Oduvaldo Vendrametto, Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – SP, oduvaldov@uol.com.br

“Em primeiro lugar, risco afeta acontecimentos futuros. Presente e passado não preocupam, pois o que colhemos hoje já foi semeado por nossas ações anteriores. A questão é mudando nossas ações hoje, podemos criar oportunidade para uma situação diferente e possivelmente melhor para nós amanhã? Isso significa, em segundo lugar, que risco envolve mudança, como por exemplo, mudança de pensamento, opinião, ações ou lugares..., e, em terceiro lugar, o risco envolve escolha e a incerteza que a própria escolha envolve. Assim, paradoxalmente, o risco, como a morte e os impostos, é uma das poucas certezas da vida.”

Quando o risco é considerado no contexto da Engenharia de Software, as três fundamentações conceituais de Charette estão sempre em evidência [1]:

- O futuro é nossa preocupação: Que riscos podem causar o insucesso do projeto de software?
- A mudança é nossa preocupação: Como as mudanças de requisitos do cliente, afetam a pontualidade e o sucesso geral?
- Devemos cuidar das escolhas: Que métodos e ferramentas devemos usar, quantas pessoas devem ser envolvidas, quanta ênfase em qualidade é suficiente?

Peter Drucker disse certa vez, “já que é fútil tentar eliminar riscos e questionável tentar minimizá-los, o essencial é que os riscos considerados sejam os certos”.

Antes que possamos identificar os “riscos certos”, que acontecerão durante um projeto de software, é importante identificar todos os demais que são óbvios, tanto para gerentes quanto para profissionais [1].

Segundo Higuera [3], “um risco 100% provável é uma restrição ao projeto de software”.

Um grande volume de dados publicados aponta para os riscos que ocorrem os projetos de software executados se há utilização de processos adequados [4]. Um levantamento publicado de uma base de dados de 4.000 projetos constatou a ocorrência frequente dos seguintes problemas:

- 70% dos projetos de grandes aplicativos sofrem instabilidade dos requisitos. Os requisitos crescem tipicamente cerca de 1% ao mês, atingindo níveis de mais de 25% de inchaço ao final do projeto.
- Pelo menos 50% dos projetos são executados com níveis de produtividade abaixo do normal.
- Pelo menos 25% dos softwares de prateleira e 50% dos produtos feitos por encomenda apresentam níveis de defeitos superiores ao razoável.
- Produtos feitos sob pressão de prazos podem quadruplicar o número de defeitos.
- Pelo menos 50% dos grandes projetos de software estouram seu orçamento e seu prazo.
- 2/3 dos projetos de software muito grandes são cancelados antes do final.
- Tipicamente, 50% do patrimônio de software das empresas não são usados.

- Os usuários não ficam satisfeitos com 25% dos produtos comerciais para PC, 30% dos produtos comerciais para mainframe e 40% dos produtos feitos por encomenda.
- Atritos entre a área de tecnologia da informação e a alta gerência ocorrem em mais de 30% das organizações.
- Atritos com clientes ocorrem, no desenvolvimento de aplicativos, em 50% dos contratos por administração e 65% dos contratos por empreitada.

Gestão de Riscos

Gestão de Riscos é composta por atividades coordenadas para direcionar uma organização em relação ao risco. A gestão de riscos, geralmente inclui avaliação, tratamento, aceitação e comunicação de riscos [7].

A gestão de riscos envolve cinco atividades principais (Figura 1): Planejamento, controle, monitoração, direcionamento e recrutamento [5].

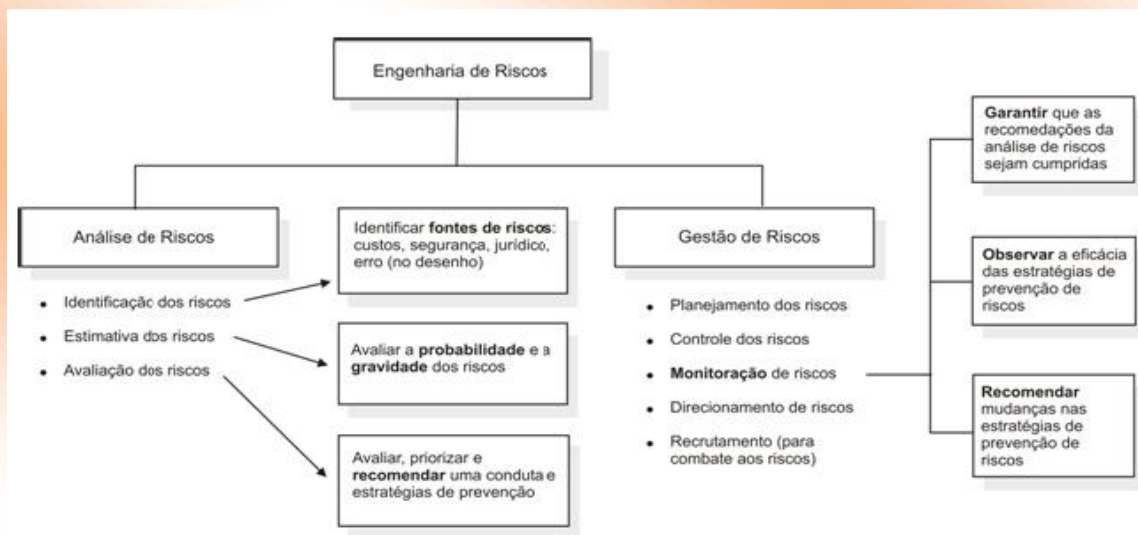


Figura 1
Taxonomia da Engenharia de Riscos [5].

A gestão de riscos é particularmente importante para projetos de software, devido às incertezas inerentes que a maioria dos projetos enfrenta [6].

De modo simplificado, podemos pensar no risco como uma probabilidade de que alguma circunstância adversa realmente venha ocorrer. Os riscos podem ameaçar o projeto, o software que está sendo desenvolvido ou a organização. Essas categorias de riscos podem ser definidas como se segue [6]:

- Riscos relacionados ao Projeto: São os riscos que afetam a programação ou os recursos do projeto.

- Riscos relacionados ao Produto: São os riscos que afetam a qualidade ou o desempenho do software que está em desenvolvimento.
- Riscos para os negócios: São os riscos que afetam a organização que está desenvolvendo ou adquirindo o software.

O processo de gestão de riscos envolve vários estágios [6]:

- Identificação dos riscos: São identificados os possíveis riscos de projeto, produto e negócios.
- Análise de riscos: São avaliadas as possibilidades e as consequências da ocorrência desses riscos.
- Planejamento de riscos: São traçados planos para enfrentar os riscos, seja evitando-os, seja minimizando seus efeitos sobre o projeto.
- Monitoramento de riscos: O risco é constantemente avaliado e os planos para a diminuição dos riscos revisados, à medida que mais informações sobre eles se tornam disponíveis.

Segundo Pádua [4], os riscos devem ser estimados e monitorados.

A estimativa de riscos é uma atividade muito importante e pouco praticada; um bom planejamento não apenas do que deve acontecer se tudo correr bem, mas também do que pode correr mal, quais as consequências dos problemas e o que pode ser feito para combatê-los. Entre os fatores de riscos que devem ser considerados podem ser incluídos:

- Riscos legais; Riscos Tecnológicos; Riscos devidos ao tamanho e à complexidade do produto;
- Riscos relativos a pessoal; Riscos relativos à aceitação pelos usuários.

Sommerville [6] descreve os tipos de riscos que podem afetar o projeto e de ambiente organizacional em que o software está sendo desenvolvido.

Contudo, muitos riscos são considerados universais e eles envolvem as seguintes áreas: Tecnologia, Pessoal, Organizacional, Ferramentas, Requisitos e Estimativa.

A estimativa dos riscos compreende as seguintes tarefas: Identificação dos riscos possíveis em relação ao projeto; Análise desses riscos, avaliando-lhes a probabilidade e o provável impacto; Previsão de contramedidas curativas ou preventivas; Priorização dos riscos, organizando-os de acordo com a probabilidade e o impacto.

Os riscos não permanecem constantes durante a execução de um projeto. Alguns desaparecem, outros novos surgem, e outros sofrem alterações de probabilidade e impacto, mudando, portanto, a prioridade. Um relatório de acompanhamento do projeto juntamente com uma tabela atualizada para monitoração dos riscos. A tabela de estimativa deve ser repetida e atualizada para refletir as modificações ocorridas, até que os riscos sejam concretizados ou completamente eliminados [4].

As questões a seguir foram derivadas de dados de riscos obtidos por levantamento feito com gerentes de projeto de software experientes, em diferentes partes do mundo [8]. As questões estão ordenadas por sua importância relativa em relação ao sucesso de um projeto:

- A alta administração do software e do cliente empenhou-se formalmente em apoiar o projeto?
- Os usuários finais estão entusiasticamente empenhados com relação ao projeto?
- Os requisitos estão plenamente entendidos?
- Os clientes envolveram-se totalmente na especificação dos requisitos?
- Os usuários finais têm expectativas realistas?
- O escopo do projeto é estável?
- A equipe de projeto tem a combinação de aptidões adequadas?
- Os requisitos do projeto são estáveis?
- A equipe de projeto tem experiência com a tecnologia a ser implementada?
- A quantidade de pessoal é adequada ao projeto?
- Todos os membros da equipe e usuários envolvidos no projeto concordam com a importância do projeto e com os requisitos do sistema?

Caso qualquer dessas questões for respondida negativamente, os passos de atenuação, monitoração e gestão devem ser instituídos imediatamente. O grau em que o projeto está em risco é diretamente proporcional ao número de respostas negativas a essas questões.

Segundo PMBOK [9], existem ferramentas e técnicas para identificação de riscos. São elas:

- Listas de Verificação: Questões do produto, tecnologia e pessoas envolvidas no projeto;
- Fluxogramas: Melhor compreensão das causas e efeitos dos riscos do projeto;
- Entrevistas: Entrevistas orientadas aos riscos com participação de várias partes envolvidas.

Framework de Riscos

Através do levantamento bibliográfico foram identificados 36 riscos universais para projetos de software. Estes riscos compõem o Framework de Riscos apresentado por Nogueira [11]. Eles estão classificados pela ordem de identificação e, além da sua descrição, compõem a natureza do risco, ou seja, o universo que ele está inserido.

Foi utilizada a lógica paraconsistente para realizar as análises dos riscos presentes no Framework [11]. Na ocasião, dos 36 riscos identificados, 21 foram validados pela base de regras estabelecidas naquele trabalho. Algumas regras de tratamento foram criadas. As evidências atribuídas pelos especialistas foram apontadas. Assim segue:

- Para cada fator de risco, quatro especialistas especificaram: Evidência favorável e evidência contrária.

- Desses valores, que variam de 0,0 a 1,0, foi realizada a operação de maximização, ou seja, foi considerada a maior evidência favorável dos quatro e a menor evidência contrária dos quatro;

- Diante destes dois valores, o algoritmo para-analisador presente na ferramenta de software construída, efetuou os cálculos de grau de certeza e grau de incerteza;

- De posse desses graus, o algoritmo para-analisador retorna uma decisão, dentro das suas características, onde se esperava o estado lógico “Verdadeiro”. Quando o retorno era diferente de “Verdadeiro”, foi considerado “não conclusivo” sobre a ocorrência do risco;

- Quando “Verdadeiro” um grau de ocorrência deve ser estabelecido para que possa ser utilizado na avaliação dentro da relação matricial com o impacto do risco.

Após a análise e as decisões apresentadas pelo para-analisador, foi possível construir uma lista de riscos validados.

Após todas as atividades realizadas a fim de se obter o Framework ideal para apoiar a gestão de riscos em projetos de software, apresentou-se:

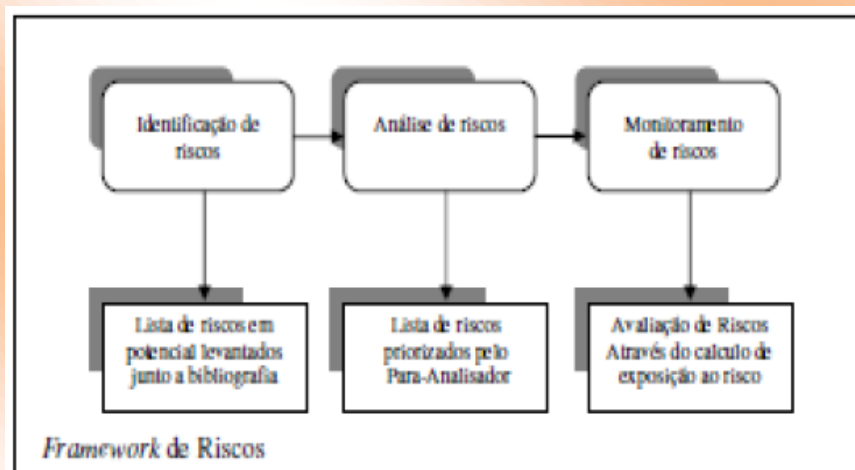


Figura 2
Framework de Riscos construído [11].

ISO 31.000

A NBR ISO 31.000 [13] direciona a política para a gestão de riscos com as seguintes atividades: Estabelecimento do contexto, identificação de riscos, análise de riscos, avaliação de riscos, tratamento de riscos, comunicação e consulta, e monitoramento e análise crítica (Figura 3).

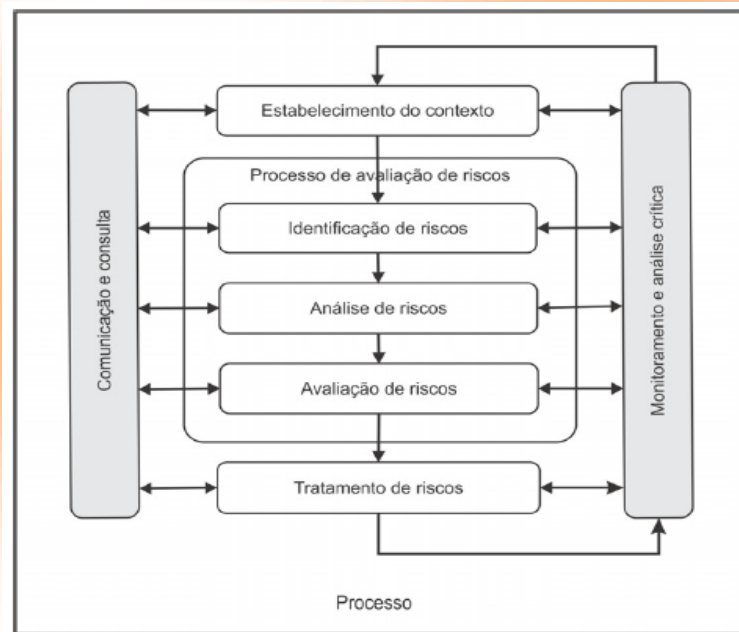


Figura 3
Atividades da NBR ISO 31.000[13].

Orange Book

O Orange Book [12], elaborado inicialmente pelo governo britânico, atualmente manual de referência internacional, detalha as diretrizes para a boa gestão de riscos, envolvendo as atividades de: Identificar os riscos, Avaliar Riscos, Appetite ao Risco (Risk Appetite), Resposta aos riscos, Analisar e elaborar relatórios riscos, O aprendizado e a comunicação.

SWEBOK

As atividades de identificação e análise de riscos, avaliação de risco crítico, mitigação de riscos e planos de contingência devem ser realizados. Os métodos de avaliação de risco devem ser utilizados a fim de evidenciar e avaliar os riscos. Políticas de restrições do projeto também devem ser determinadas no momento em que ocorrer discussão com todos os outros envolvidos. Aspectos inerentes aos riscos de software, como a tendência de profissionais em adicionar características difíceis de serem medidas ou tão somente os riscos de natureza intangível do software, devem influenciar a gestão de risco do projeto [14].

Revisitação

Em 2004, com a conclusão da pesquisa em nível de mestrado, foi possível compreender e propiciar disseminação da cultura de riscos, ainda que no âmbito acadêmico e profissional [11].

Já em 2009, após vários anos e muitas publicações, enfim, o livro sobre o Framework de Riscos foi publicado no Brasil [10].

Através de uma visão holística, ou seja, de uma síntese daquele trabalho, e através de uma pesquisa bibliográfica, foi possível ter acesso a algumas publicações relevantes na área de riscos, entre elas:

- SWEBOK [14]: manual referência da Engenharia de Software do IEEE;
- Orange Book [12]: publicação do governo britânico sobre os processos de gestão de riscos adotados por eles;
- ISO 31.000 [13]: Elaborada por pesquisadores da Austrália, a primeira ISO específica e genérica para a gestão de riscos.

Com estas publicações, é possível afirmar que após os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001, independentemente das áreas de atuação, a gestão de riscos passou de alguma forma a fazer parte das principais preocupações das organizações, órgãos governamentais e acadêmicos.

Na “mão contrária”, o ministério da ciência e tecnologia do Brasil, em 2001, publicou um estudo completo, propiciando total transparência sobre qualidade e produtividade do software brasileiro e, entre vários indicadores que foram apresentados, a gestão de riscos estava presente somente em 11,8% das empresas pesquisadas.

No entanto, os relatórios divulgados nos últimos 10 anos, o mesmo indicador nem fora pesquisado.

Através da comparação entre a Figura 2 e a Figura 3 é possível constatar a semelhança em algumas atividades do Framework em relação a ISO. Isso aumentou a relevância da pesquisa divulgada com 05 anos de antecedência.

Na mesma linha de raciocínio, o framework de riscos foi o fato motivador para a continuidade da pesquisa, porém, em nível de doutorado. Temática essa que será tratada em trabalhos futuros.

Considerações Finais

A temática da gestão de riscos tem uma abrangência que envolve aspectos pessoais, tecnológicos e de processos. Ao longo destes últimos sete anos, foi possível ter acesso a muitas publicações internacionais e brasileiras demonstrando um interesse bem maior do que no início das primeiras

pesquisas. A gestão de riscos como uma questão a ser tratada interfere diretamente na postura dos gestores, pois, se mal interpretada, pode significar ausência de competência quando na verdade, de forma muito mais simples de ser encarada, nada mais é do que assumir quais são as possíveis vulnerabilidades e planejar para que elas possam ser minimizadas quando os efeitos forem negativos e potencializadas quando os efeitos forem positivos.

Agradecimentos

Agradecimentos ao programa de mestrado e doutorado da Universidade Paulista (UNIP) que, no período de 2003 a 2010, apoiou todos os trabalhos e atividades que puderam propiciar os resultados apresentados nesta revisitação.

Referências

- [1] PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. Ed. McGraw H., 2002.
- [2] CHARETTE, R. N. **Software Engin.Risk analysis**. Ed. McGraw H., 1989.
- [3] HIGUERA, R.P. *Team Risk Management*, Cross Talk, U.S. Dept. of Defense, 1995.
- [4] PAULA FILHO, W. P. **Engenharia de Software**, Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2003.
- [5] PETERS, J. F. **Engenharia de Software**, Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2001.
- [6] SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**, São Paulo: Ed. Pearson, 2003.
- [7] Guide ISO 73 – Risk Management – Guidelines for use in standards in: Ministério da Ciência e Tecnologia, Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro, 2002.
- [8] KEIL, M. A *Framework for identifying software project risks*, ACM 1998.
- [9] PMBOK, PMI Project Management Institute, 2000.
- [10] NOGUEIRA, M. **Engenharia de software: um framework para a gestão de riscos em projeto de software**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.
- [11] NOGUEIRA, M. **Um Framework para a Gestão de Riscos em Projetos de Software**, Dissertação de Mestrado, 2004, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UNIP – Universidade Paulista.
- [12] ORANGE BOOK, *Management of Risk – Principles and Concepts*. London: HM Treasury, Crown, , 2004.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISSO 31000: Gestão de riscos: Princípios e diretrizes. Rio de Janeiro, 2009. 24 p.

[14] SWEBOK, *Guide to the software engineering body of knowledge*, IEEE Computer Society, USA, 2004.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Revisitando o *Framework* para a Gestão de Riscos em projetos de *Software*

Engineering Education Inspiring the Next Generation of Engineers

Autores: M. Nogueira; J. M. Abe; O. Vendrametto

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Conference on Engineering and Computer Education*, ICECE 2011

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 279-282

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

SOFTWARE PÚBLICO E A DINÂMICA DAS REDES DE COLABORAÇÃO E COMPARTILHAMENTO

Jarbas Lopes Cardoso Júnior (CTI, UNIP-SP); jarbas.cardoso@cti.gov.br

Ivanir Costa (UNIP-SP); icosta11@live.com

Mário Mollo Neto (UNIP-SP); mariomollo@gmail.com

Marcus Fabius Henriques de Carvalho (CTI, PUC-Campinas);

marcius@puc-campinas.edu.br

Resumo: O Software Público Brasileiro (SPB) é um dos pilares da política para o uso e o desenvolvimento de software pelo setor público brasileiro. Esta política abrange a relação entre instituições públicas da federação, e outras esferas do poder público, com a sociedade. O objetivo deste trabalho é mostrar os resultados preliminares do estudo da dinâmica das redes de colaboração e compartilhamento realizado pelos autores nesse novo contexto do software público. O estudo buscou identificar a estrutura de governança e os tipos de relacionamentos que promovem o desenvolvimento sustentável do software público na comunidade InVesalius, uma das inúmeras hospedadas pelo Portal SPB. São apresentadas as relações de causa e efeito resultante das ações de cooperação, compartilhamento e confiança que estimulam a produção de conhecimento e a inovação. Foi utilizada a metodologia de Análise de Redes Sociais para levantamento dos dados na comunidade escolhida. Como resultado, é apresentada uma discussão qualitativa sobre as relações e os mecanismos de colaboração com ênfase nas características de centralidade e densidade dos relacionamentos, bem como, as questões de qualidade da solução em atendimento a demanda e o perfil dos membros da comunidade. Este trabalho procura contribuir no entendimento dos aspectos que incentivam o crescimento da iniciativa do software público e ampliam a produção colaborativa e compartilhada de soluções livres de software.

Palavras-chave: software público; software livre; Análise de Redes Sociais; dinâmica de redes; governança de redes.

1. Introdução

O modelo de política pública aplicado no desenvolvimento e uso de soluções de software pelo setor público no Brasil agrega aos artefatos (programa de computador, modelos, metodologias, certificações, documentos de referência, manuais, qualificações, especificações, planos, diretrizes) desenvolvidos, financiados e geridos pelo governo o princípio do bem público, como aquele que “apresenta características de indivisibilidade e de não rivalidade” (ou exclusividade), ou seja, “que

pode ser usado por todos sem que com isto se estabeleça competição pelo bem entre os usuários (SLTI, 2011; Stiglitz, 1988). A aplicação do princípio do bem público sobre os artefatos de software permitem que eles possam ser livremente compartilhados entre entidades governamentais e com a sociedade.

Este é um dos fundamentos do conceito Software Público Brasileiro (SPB) aplicado para o desenvolvimento e uso de software por parte das instituições públicas no Brasil, incluindo todas as unidades da federação (governos federal, estadual e municipal) e todas as esferas de poder (executivo, legislativo, judiciário). Esse fundamento foi também incorporado por representantes do setor privado pelo fato de empresas e pessoas físicas disponibilizarem soluções em conformidade com o SPB (Cardoso *et al*, 2011; SPB, 2011).

De acordo com Stallman (2009) o SPB adota o modelo de software livre e adiciona um conjunto de políticas públicas e serviços oferecidos pela entidade que disponibiliza a solução de software, ou por aqueles interessados em assumir o compromisso público de liderança em um projeto específico, assumindo a responsabilidade de coordenação de uma comunidade. Para um software ser classificado como de interesse público e estar disponível no Portal SPB ele precisa ser acompanhado por uma gama de serviços, tais como: guia do usuário, manual de instalação e ferramentas de suporte ao desenvolvimento, de compartilhamento e de fóruns de discussão. O software precisa ser licenciado de acordo a *Creative Commons General Public License - GPL* ("Licença Pública Geral"), versão 2.0, em português (SLTI, 2011).

O objetivo deste artigo é mostrar os resultados preliminares do estudo da estrutura de relacionamentos na comunidade InVesalius, uma das mais de cinquenta comunidades de solução de software hospedadas pelo Portal. A solução InVesalius é um software para processamento de imagens médicas tridimensionais para auxílio ao diagnóstico e ao planejamento cirúrgico. Tem hoje mais de cinco mil membros SPB (InVesalius, 2011).

O estudo buscou identificar a estrutura de governança e os tipos de relacionamentos que promovem o desenvolvimento sustentável do software. Foi utilizada a metodologia de Análise de Redes Sociais (ARS) aplicada a comunidade InVesalius uma das várias comunidades hospedadas pelo Portal SPB (Hanneman e Riddle, 2005).

Os resultados são apresentados na forma de grafos com as relações de causa e efeito resultante das ações de cooperação, compartilhamento e confiança que estimulam a produção de conhecimento, de melhoria da solução e de inovações realizadas pelos membros da comunidade. Espera-se que esse método possa ser aplicado a todas as demais comunidades do Portal SPB. É apresentada também uma discussão qualitativa sobre as relações e os mecanismos de colaboração com ênfase nas características de centralidade e densidade dos relacionamentos, indicadores típicos da dinâmica das

redes. Esse trabalho procura contribuir no entendimento dos aspectos que incentivam o crescimento do software público e ampliam a produção colaborativa, compartilhada e sustentada de soluções de tecnologias de software livre.

2. A Iniciativa do Software Público no Brasil e no Mundo

2.1. O software público

O caráter estratégico do software para os governos e a similaridade das demandas pelas diferentes áreas do setor público justificam iniciativas de cooperação governamental visando disseminar e compartilhar soluções de software de interesse público. Dessa maneira, foi criado o Portal Software Público Brasileiro em 2007 sob a coordenação da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão do Governo Brasileiro (SLTI/MPOG) (SPB, 2011).

No entanto, existem outros fatores que devem ser considerados em relação ao desenvolvimento e aprimoramento desta iniciativa. Um portal é um mecanismo de visibilidade e hospedagem na Web. Tem um endereço onde os arquivos e as informações relacionadas a um determinado assunto são colocados e armazenados. O objetivo principal do Portal SPB é proporcionar um ambiente colaborativo e de compartilhamento que não só reduz os custos do governo, mas também permite e acelera o desenvolvimento de artefatos tecnológicos (SLTI, 2011; SPB, 2011).

O portal SPB também é um bem público, consistindo em um ambiente no qual os atores sociais podem compartilhar soluções já testadas e aprovadas em diferentes aplicações de interesse público. Isso evita despesas desnecessárias na aquisição ou desenvolvimento em soluções similares às já existentes. Neste sentido, o portal promove uma economia baseada no conhecimento compartilhado, onde a oferta e a demanda estão reunidas no mesmo espaço virtual, destinado não só para os agentes econômicos e sociais interessados em estabelecer relações comerciais, mas também a sociedade como um todo.

Os artefatos disponíveis no portal são indivisíveis e não-rivais, conceitos inerentes de um bem público, que significa que um bem está disponível para os outros mesmo que uma ou muitas pessoas estejam usando (SLTI, 2011). Ou melhor, o desenvolvimento e a ampliação das suas funcionalidades podem ser obtidos por diferentes atores; sua qualidade pode ser melhorada através da divulgação de seu conteúdo e da colaboração efetiva entre os usuários (que definem as suas necessidades) e desenvolvedores (que trabalham para atender as necessidades dos usuários). Assim, os produtores de software e usuários com interesses comuns podem se beneficiar desse ambiente, trabalhando juntos para desenvolver um artefato tecnológico de qualidade. Em outras palavras, a disponibilidade do

portal contribui para economia significativa de tempo e recursos, otimizando a utilização, modificação e distribuição dos artefatos.

O software público, como uma rede de colaboração e de compartilhamento, permite que qualquer pessoa, empresa de qualquer tamanho ou tipo, ou entidade governamental o acesso às informações, recursos e tecnologias com a vantagem da economia de escala e de escopo. Além disso, contribui para compartilhar riscos e criar condições que permitem que as soluções sejam atualizadas com agilidade (SLTI, 2011).

O portal, como uma rede social, cria oportunidades com o crescimento sustentável do ambiente, reduzindo o custo transacional. Ele faz isso principalmente pelo aumento da força de trabalho devido à entrada contínua de novos desenvolvedores e usuários que dinamicamente influenciam a competitividade interna e externa, através da introdução de novas demandas e liberação de inovações (Benkler e Nissenbaum, 2006; Meffe, 2010; Simon e Vieira, 2008). Ao mesmo tempo, o portal é o meio para enfrentar e tentar resolver problemas de motivação, participação, desempenho, comportamento, comprometimento e alocação de esforços que ocorrem de maneira similar em comunidades de software livre e software de código aberto conforme relatos de diferentes autores (Besten *et al*, 2008; David e Shapiro, 2008; Gonzales-Barahonas *et al*, 2006; Roberts *et al*, 2006).

O Portal SPB abriga uma série de soluções livres. Qualquer pessoa interessada ou instituição pode obter o código fonte e outros artefatos da solução se registrando no portal. As licenças são gratuitas, no entanto, espera-se que todas as melhorias feitas em um produto sejam disponibilizadas no portal para que possam ser compartilhadas por todos. Talvez, esta seja uma das razões que levou a um crescimento rápido do número de participantes do portal, passando de poucos milhares de membros no lançamento para mais de 110 mil atualmente, distribuídos em mais de cinquenta comunidades de soluções voltadas para diferentes aplicações (Cardoso *et al*, 2011; SPB, 2011).

O ambiente do portal fornece ferramentas para que os membros das comunidades possam interagir. Estão incluídas: fóruns, salas de *chat*, listas e ambientes de colaboração (SPB, 2011). Este trabalho focou no monitoramento do fórum de discussão da comunidade InVesalius.

Software Público é uma iniciativa pioneira. Tem atraído a atenção de muitas e importantes instituições internacionais. Foi, por exemplo, selecionado por um número dessas instituições como "as melhores práticas a serem observadas" (OWF, 2010). Destaca-se também a iniciativa do Software Público Internacional (SPI) surgida devido ao interesse dos países latino-americanos em aproveitar a experiência do Brasil. O SPI conta com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, PNUD. Mais recentemente, o Centro Latino-Americano para o Desenvolvimento, CLAD se juntou ao SPI (RCSLA, 2011). Há também iniciativa similar na Índia (PSC, 2011).

2.2. O portal e a *Web* como facilitadores do desenvolvimento

O ambiente *Web* facilita a interação entre desenvolvedores, usuários e entidades interessadas em determinados temas, uma vez que constitui uma tecnologia habilitadora com um poderoso conjunto de ferramentas que podem ser usadas como parte da estratégia de desenvolvimento de artefatos (Berners-Lee *et al.*, 2007). No entanto, algumas questões fundamentais precisam ser respondidas: Qual é a estratégia que faz com que a rede opere de forma mais eficiente para provocar mudanças culturais e estruturais nas organizações? Como ela pode contribuir para o lançamento de inovações tecnológicas? As respostas a estas e outras perguntas constituem um desafio em si e representam uma alternativa preliminar para determinar a estratégia de sustentabilidade para o Software Público. Pesquisas semelhantes são relatadas por vários autores (Besten *et al.*, 2008; David e Shapiro, 2006; Gonzales-Barahona *et al.*, 2008; Roberts *et al.*, 2006). Para atingir a estratégia adequada, é necessário quebrar alguns paradigmas e construir novos conceitos. Por exemplo, a formação de estruturas sociais não-convencionais que se arranjam em redes de artefatos, entidades e desenvolvedores ou usuários interessados em algum novo desenvolvimento.

O Portal SPB tem se mostrado como o local ideal para essas discussões, pois é um ambiente aberto, onde qualquer membro de qualquer comunidade pode a sua opinião sobre vários aspectos do ambiente, tais como: "como gerenciar o SPB", "as maneiras pelas quais as comunidades operam", "as maneiras como os membros podem participar", "proposição de soluções para problemas apresentados de uma comunidade" etc., tudo sob o conceito de bem público (Meffe, 2010; SPB, 2011).

Em contraste com uma forma pouco estruturada do negócio e desenvolvimento, O portal abre várias dimensões para novos estudos que promovam a adoção de inovações tecnológicas. Estas inovações procuram combinar as exigências por artefatos através de relações consistentes e articuladas entre desenvolvedores e entidades interessadas nelas, com uma configuração dinâmica que garante e sustenta um desempenho diferenciado e competitivo. Sem dúvida, o Portal pode ser uma fonte abundante de pesquisas que podem ter forte impacto sobre a estrutura social atual e podem levar a mudanças culturais baseada na colaboração e compartilhamento de conhecimentos, com significativas contribuições para a melhoria dos processos de (i) governo, (ii) desenvolvimento dos artefatos de software, e (iii) disseminação e sustentabilidade, além de ser capaz de melhorar os benefícios oferecidos para a sociedade como um todo (Benkler e Nissenbaum, 2006; Meffe, 2010; Simon e Vieira, 2008).

2.3. Componentes do software público

SPB consiste em três principais *clusters*: artefatos, comunidades e entidades, todos interagindo entre si com o objetivo de aumentar a importância da entropia do SPB ao longo do tempo (Carvalho *et al*, 2009; SLTI, 2011).

O conjunto de entidades congrega atores que atuam para modificar e estimular o software público através da transferência de recursos de diferentes natureza, sejam eles tangíveis ou intangíveis, internos ou externos à rede.

O conjunto de artefatos contempla os programas de computador, códigos, informações, modelos, regras, mecanismos de coordenação, mecanismos de prevenção e mecanismos para a adoção entre outros itens. Eles são elementos passivos que definem ou sofrem ações de entidades e membros das comunidades. Cada artefato pode ou não estimular o crescimento da comunidade preocupada em gerar informações, regras de conformidade e consistência, e mecanismos para uso e apropriação de conteúdos de e pela comunidade.

Cada comunidade é composta de atores interessados em acessar os benefícios técnicos e não-técnicos, conhecimento explícito e implícito, todos resultantes do fato de serem livres e estarem disponíveis para a comunidade. Outros benefícios sócio-econômicos também podem emergir das comunidades, por exemplo, os resultantes da difusão ou dos impactos das tecnologias, ou os investimentos em benfeitorias e instalações complementares, ou mesmo a criação de novos artefatos. Dois tipos de comunidades podem ser caracterizados de acordo com o interesse dos seus membros. Um dos tipos é representado pelas comunidades de usuários, desenvolvedores e provedores de serviço que fornecem as soluções para o portal do SPB. Outro é composto de comunidades interessadas na definição das regras, diretrizes e mecanismos de informação que contribuam para a metodologia de qualidade de software (5CQualiBr), para aplicações e soluções para os municípios (4CMBR), e desenvolvimento de tecnologias livres (4CTecBr) (Cardoso *et al*, 2011).

Um ator pode pertencer a mais de uma comunidade. Ele também pode contribuir para o estabelecimento de regulamentos e mecanismos de uso do conteúdo por outras comunidades. Essas ações devem ocorrer de forma voluntária e, por isso, as entidades devem concentrar seus esforços no estímulo à participação, um fator vital para a sustentabilidade do SPB. O objetivo dos relacionamentos entre entidades e comunidades é fornecer incentivos (financeiros, motivacionais, institucionais, jurídicos e políticos). Outra tarefa importante realizado pelas entidades é o controle dos elementos das comunidades no uso dos artefatos.

A Figura 1 mostra os componentes do SPB subdivididos em grupos de artefatos, entidades e comunidades. Cada grupo é representado por um nó, e suas relações com outros grupos por um arco.

O conjunto de nós e arcos formam a rede. Para ilustrar a relação, o conjunto de artefatos é dividido em subgrupos e o conjunto de entidades é dividido em subgrupos de características semelhantes. O SPB pode permitir a configuração de vários *clusters* e estimular o surgimento de um relacionamento entre eles. O relacionamento entre os membros de um *cluster*, ou entre *clusters* de entidades, ou entre *clusters* de artefatos ou de comunidades; ou, ainda entre *clusters* de entidades e de artefatos também podem ser alvo de estudo. Definir, analisar e desenvolver esses relacionamentos que são atividades que levam ao sucesso da proposta Software Público.

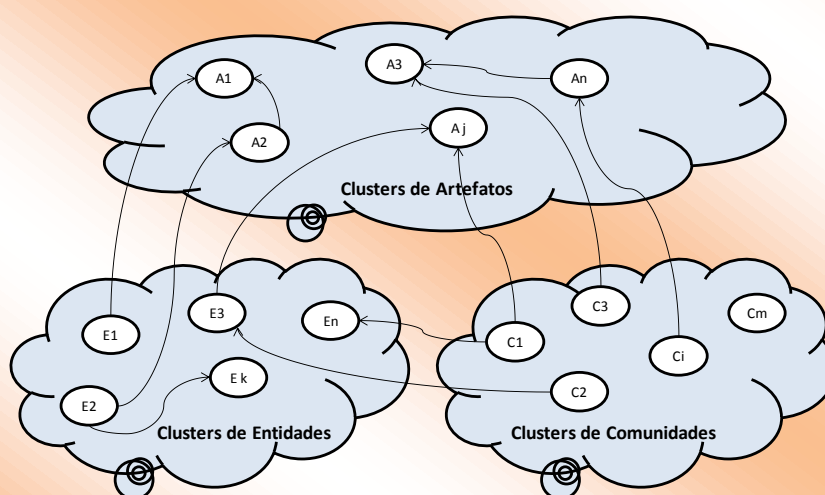


Figura 1. Os componentes do SPB, adaptado de Carvalho *et al.*, (2009).

Um dos artefatos do SPB é o InVesalius (InVesalius, 2011). É um artefato dedicado a auxiliar o processo de diagnóstico e de planejamento cirúrgico no setor de saúde. A comunidade InVesalius tem mais de cinco mil membros, distribuídos entre usuários, desenvolvedores e provedores de serviços (no país e no exterior). O governo federal, através do CTI (uma das entidades), por meio de políticas públicas, financia novos desenvolvimentos, mantém a comunidade e faz com que o artefato esteja disponível para a sociedade.

A Figura 2 instancia o modelo de componentes do SPB para a comunidade InVesalius. A coordenação do InVesalius comunidade é do CTI (instituto de pesquisa e desenvolvimento em TI do Governo Federal do Brasil). No cluster de desenvolvedores há um subgrupo constituído por desenvolvedores ligados a Faculdade de Ciências Médicas da USP em Ribeirão Preto que interage fortemente com o CTI para produzir novas versões do software.

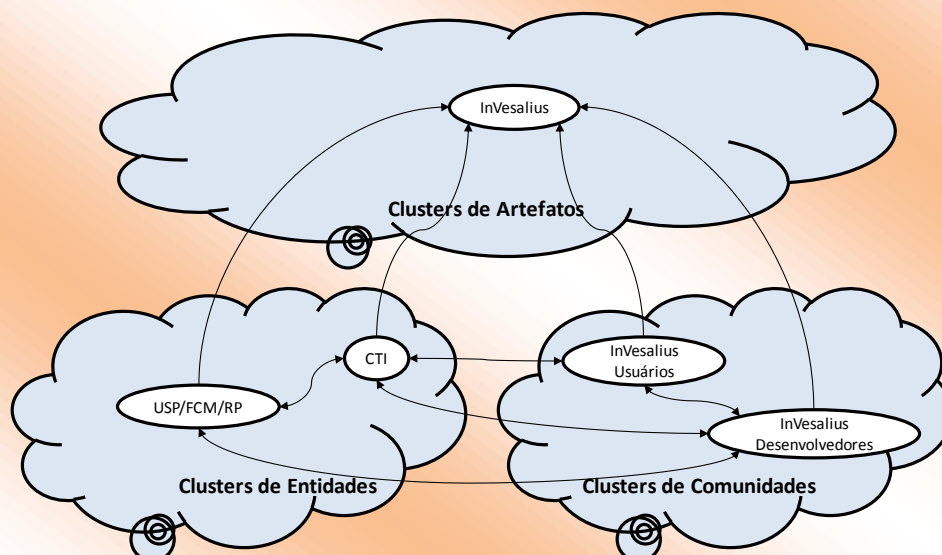


Figura 2 – Componentes do software público InVesalius.

Este exemplo simples demonstra a interação entre as entidades, artefatos e comunidades cluster. O trabalho mostrará os relacionamentos de causa e efeito entre os membros dos clusters de desenvolvedores.

3. Considerações Metodológicas sobre Análise de Redes Sociais

3.1. Redes sociais

O termo rede tem uma variedade de significados em diferentes disciplinas. Nas ciências sociais, rede normalmente é definida como um conjunto de atores (ou agentes, nós, pontos vértices) que podem ter relacionamentos entre si. Nem todos os atores são, porém, diretamente ligados, e alguns deles podem ser ligados por múltiplas relações (Hanneman e Riddle, 2005; Mizruchi, 1990).

Uma rede social pode ser definida como um conjunto específico de relacionamentos dentro de um determinado grupo de pessoas, com a propriedade adicional de usar as características dessas relações como um todo para interpretar o comportamento social das pessoas envolvidas. São as relações que permitem que as organizações cooperem entre si, quer para a sua interdependência tecnológica quer para a necessidade de desenvolver produtos ou serviços mais diversificados e sob os mais específicos requisitos. As características destes relacionamentos influenciam o que acontece dentro das próprias entidades (Håkansson e Ford, 2002).

Análise de Redes Sociais (ARS) foi criada há meio século e tem sido amplamente aplicada em estudos sobre os impactos organizacionais das novas tecnologias da informação. Ela está preocupada com a estrutura e o padrão de relacionamentos, e procura identificar as causas e efeitos dos

relacionamentos. Por exemplo, ela pode mostrar como a nova tecnologia muda a estrutura social e melhora a situação daqueles que lidam com a incerteza que vem da inovação. Também pode mostrar o impacto que a estrutura social exerce sobre as atitudes relacionadas a sistemas de informação, sejam questões hierárquicas ou problemas de relacionamento (Hanneman e Riddle, 2005).

A diferença entre a análise de redes sociais e os métodos convencionais que descrevem as redes sociais é que em vez de se concentrar nos atributos dos atores envolvidos, a ARS explora a estrutura da conexão entre os atores. Ou seja, os atores não são descritos de acordo com seus atributos, mas de acordo com seus relacionamentos, que, na ARS são tão fundamentais como os atores (Hanneman e Riddle, 2005).

A ARS permite medir os relacionamentos através do seu conteúdo e da intensidade dos arcos. Com essas medidas é possível estudar os efeitos sobre os nós (atores). A proposta deste trabalho é obter uma melhor compreensão das relações e as melhorias proporcionadas aos membros (nós) resultantes dessas relações no ambiente do SPB (Mizruchi, 1990).

3.2. Software público como rede social

Indo além da adoção do padrão atual de desenvolvimento de software livre em que os participantes de uma comunidade cooperam intensamente, como uma rede social, o SPB permite que todos os desenvolvedores e usuários, tenham a mesma capacidade de influência na comunidade a qual pertencem, e não exigem um contrato formal, a não ser daqueles (proprietários) que disponibilizam suas soluções. Os relacionamentos entre os participantes acontecem de muitas maneiras através das ferramentas disponíveis no Portal SPB. Embora as soluções disponíveis no portal sejam produtos prontos para o uso, eles estão em constante evolução. As relações entre os participantes das comunidades suportam os desenvolvedores no esforço de melhoria dos produtos ao atenderem as demandas dos usuários por novas funcionalidades ou simples correções ou adaptações. Essa dinâmica cria oportunidades de negócios e ofertas de novos serviços (Meffe, 2010).

A teoria de redes é um campo emergente e dinâmico, com contínuas contribuições e desenvolvimentos em um ambiente aberto. Isso é mostrado em primeiro lugar pela extensão dos resultados na área de trabalho cooperativo em diferentes contextos e, em segundo lugar, pelos resultados da pesquisa empírica e abordagem multidisciplinar que aspectos sociais, econômicos, gerenciais e computacionais das redes (Håkansson e Ford, 2002). Neste contexto, a gestão SPB também precisa criar novos conceitos e consolidar as boas práticas existentes, por exemplo, para responder a perguntas como "como software público pode ser visto como um novo processo de negócio". Da mesma forma, o SPB é causa e efeito de mudanças culturais. É causa quando se

introduz novas formas de colaboração e compartilhamento de conhecimentos, recursos e informações. É efeito quando se produz ou provoca impactos na sociedade, oferecendo soluções para melhorar os serviços de governo e para criar novas oportunidades de negócio para indivíduos e empresas, numa perspectiva de rede (Carvalho et al, 2009; Castells, 2000; Meffe, 2010; Roberts et al, 2006).

3.3. Relacionamentos

SPB considera o software como um bem público, e como tal pode ser usado por qualquer pessoa, sem qualquer forma de concorrência ou restrição. Essas características de indivisibilidade e não-rivalidade do software são totalmente adequadas, uma vez que pode ser usado por uma pessoa ou um número de pessoas simultaneamente, sem restrições de licença. Na WEB, a disseminação do software público e a apropriação do conhecimento podem ser amplas e (talvez) serem estendidas indefinidamente entre os membros das redes (usuários, desenvolvedores e prestadores de serviço). Portanto, software público pode ser chamado de "*commons*" de conhecimento (Benkler, 2006; Simon e Vieira, 2008), que são criados a partir da integração de inúmeras pequenas e grandes contribuições feitas pelos indivíduos. As experiências preliminares do Portal SPB têm mostrado que esse processo de desenvolvimento tem grande potencial para produzir a riqueza social (Benkler, 2006; Meffe, 2010; Simon e Vieira, 2008).

O contexto social em que uma organização está inserida inclui um conjunto de elementos que são genericamente classificados como estruturais, cognitivos, institucionais e culturais. O foco deste trabalho é discutir o aspecto estrutural dos relacionamentos, no entanto, coloca também questões estratégicas do SPB. De acordo com Hanneman e Riddle (2005), as questões estratégicas a serem analisadas em uma rede social são: conteúdo transacional, natureza das ligações, características estruturais e ciclo de vida.

O conteúdo transacional é qualificado em relações que expressam amizade, troca de influência e poder, troca de informações e troca de produto ou serviço. Em se tratando do software público, esse estudo se restringiu às relações de troca de informação visando a melhoria das soluções.

A natureza das ligações determina como os elementos da rede interagem. Hanneman e Riddle (2005) citam os indicadores de intensidade, reciprocidade, visibilidade e multiplicidade. Neste trabalho, foi destacado o indicador de intensidade para levantar o grau de contato entre os indivíduos na discussão sobre um tema específico.

As características estruturais estão relacionadas aos atores (ou nós), a sua disponibilidade na rede, e como eles estão interligados. Há inúmeros indicadores sobre as características estruturais,

conforme destacado por Mizruchi (1990). Os indicadores são: tamanho, densidade, agrupamento, estabilidade, abertura, acessibilidade, centralidade, estelar, de ligação, ponte, guardião, isolamento. Neste trabalho, os dados capturados do fórum de discussão foram analisados sob os aspectos de centralidade e densidade para verificar, respectivamente, o grau em que as relações respeitam uma hierarquia formal, no caso, os coordenadores de *clusters*, e o número de conexões na rede ou a razão entre o número de conexões presentes e o número de conexões possíveis. Esse procedimento permitirá identificar os principais atores dentro da comunidade e, conseqüentemente, identificar perfis e comportamentos mais adequados para a dinâmica da comunidade.

A rede, como um elemento de um sistema social, é um ambiente dinâmico que tem um ciclo de vida. A rede é composta de atores agrupados em conjuntos que, por sua vez, também têm um ciclo de vida. Os *clusters* evoluem com o tempo e modificam a rede (Carvalho *et al*, 2009; David e Shapiro, 2008). A evolução e as mudanças provocadas na estrutura de relacionamentos da comunidade não foram analisadas no contexto deste trabalho, mas será objeto de estudo posterior.

4. Levantamento e Análise dos Dados

4.1. Procedimento para o levantamento dos dados

A comunidade InVesalius (InVesalius, 2011), entre as mais de 50 existentes no Portal, foi escolhida para a realização deste trabalho. Foram três as principais razões para a escolha dessa comunidade. Primeiro, a dinâmica demonstrada pela liberação de novas versões da solução. Segundo, pelo número de membros, mais de cinco mil, quantia razoável para comunidade de software livre e que permite o rastreamento dos relacionamentos com as ferramentas disponíveis atualmente. A terceira foi pela aplicação, social e econômica, do software que tem interessados em inúmeros países (InVesalius, 2011).

Para o levantamento dos dados foram utilizadas as ferramentas disponíveis no portal como a de monitoramento dos temas no fórum de discussão e a de rastreamento das mensagens trocadas entre os membros da comunidade sobre um determinado tema.

Os membros da comunidade InVesalius estão agrupados em *clusters* de desenvolvedores, usuários e de membros internacionais (InVesalius, 2011) conforme exibido na Figura 2. Este trabalho se restringiu ao *cluster* de desenvolvedores por se tratar das pessoas que promovem as melhorias e a introdução de novas facilidades.

Selecionado o *cluster* de desenvolvedores, identificou-se a lista de assuntos (ou temas tratados) e o número de mensagens trocadas. Verificou-se que uma quantidade em torno de 20% dos assuntos concentrava boa parte das mensagens trocadas, cerca de 80%, representado na prática o princípio de

Pareto (Costa Neto, 2007). Contribui também para a importância o fato de o maior número de mensagens trocadas a relevância representa não só o interesse do tempo, mas sua complexidade e importância para a evolução da solução.

Para cada um dos assuntos relevantes verificou-se a sequência de troca de mensagens entre os membros da comunidade, construiu-se a matriz de relacionamentos e extraiu-se o grafo de relacionamentos de acordo com ARS. Nesta etapa foi utilizada a ferramenta UCINET (UCINET, 2011). A figura 3 ilustra a sequência de passos aplicada para o levantamento dos dados na comunidade InVesalius.

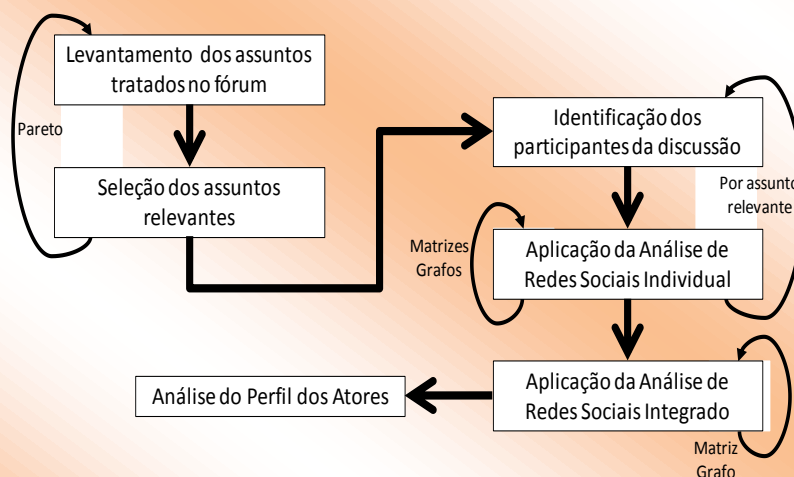


Figura 3. Procedimentos para o levantamento dos dados.

Por último, para se ter uma visão mais abrangente da participação dos membros da comunidade as várias matrizes de relacionamentos foram reunidas em uma única e extraiu-se o grafo equivalente. Para entender os relacionamentos, foram levantados os perfis dos principais atores. Os resultados são mostrados na seção seguinte. Para apresentação dos resultados utilizou-se um código para preservar o anonimato dos membros da comunidade.

4.2. Análise dos dados

A figura 4 mostra o grafo das interações em torno dos assuntos relevantes discutidos desde o início da comunidade, em meados de 2007, no portal SPB até meados do primeiro de semestre de 2011. Pode-se observar, pela espessura das linhas de conexão, a intensidade ou frequência das relações. Pelo número de ligações, independente do sentido, pode-se observar também que alguns membros (TACPM, TFMXX, PHJAX, VHOSX) concentram as interações. São os atores que exercem de alguma maneira liderança técnica ou motivacional.

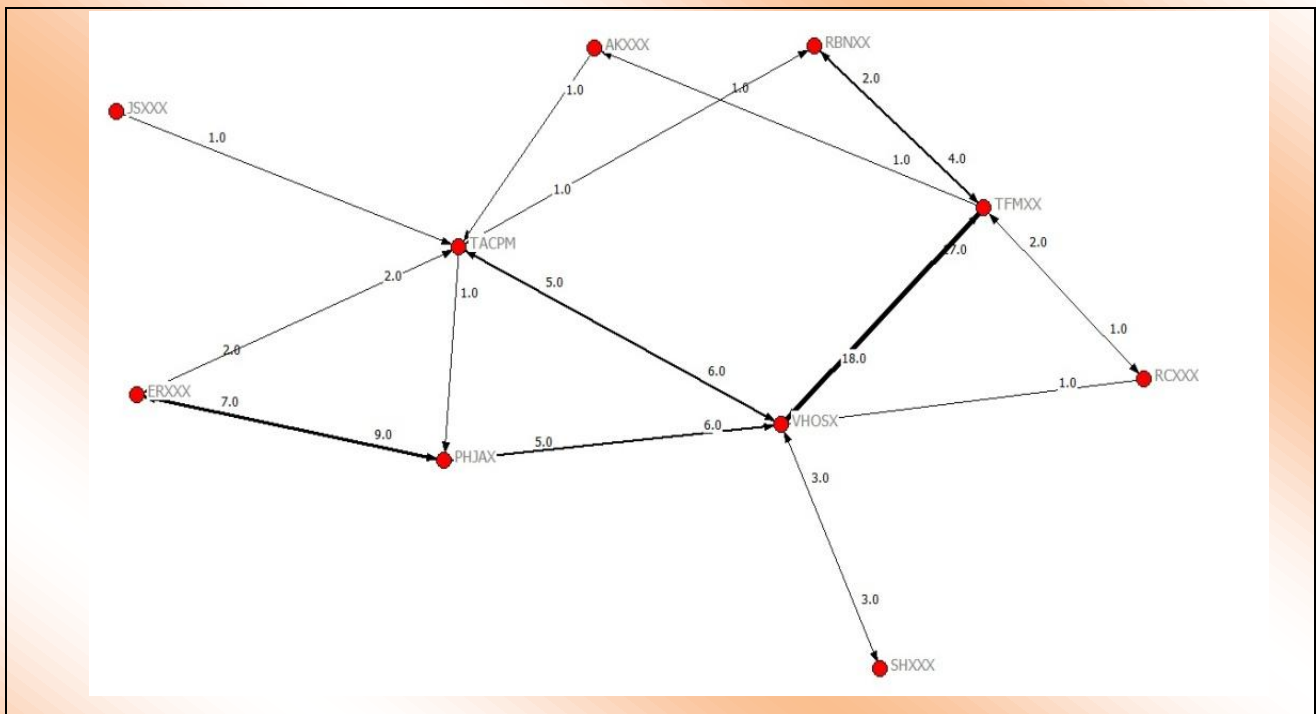


Figura 4. Grafo de relacionamentos nos assuntos relevantes.

Analisando o perfil cadastrado desses atores pode-se concluir que eles são líderes de *clusters*. Analisando o tempo, no início da comunidade o ator TACPM era o líder do cluster de desenvolvimento do CTI (Campinas/SP), posteriormente, com a saída dele a liderança passou a ser compartilhada pelos atores PHJAX e TFMXX no mesmo *cluster*. O ator VHOSX, por sua vez, é líder do *cluster* de desenvolvimento da USP/FM (Ribeirão Preto). Esses fatos confirmam as relações entre os componentes do SPB retratada na figura 2, com os líderes sendo suportados pelas entidades as quais pertencem e contribuindo para melhoria do artefato. Continuando na análise esses atores apresentam as características de técnicas mencionadas por Gonzales-Barahona *et al* (2008), quando escreve que a colaboração se dá no entorno geográfico próximo dos líderes, mostrado na figura 4 pelas ligações menos intensa do redor de TACPM e VHOSX. O lado motivacional e, muitas vezes, de atribuição de autoridade ou mérito que caracterizam os líderes citados é confirmado por trabalhos de Besten *et al* (2008), David e Shapiro (2008) e Roberts *et al* (2006). Em síntese, a partir das contribuições dos membros e dos resultados das interações novas versões do software InVesalius são disponibilizadas para a comunidade.

5. Conclusão

As características inerentes do software permitem que ele seja considerado como um bem público e, por isso, possa ser submetido a políticas públicas. O bem público abre, também, oportunidades para a

disseminação de conhecimento através da liberação de códigos-fonte, documentação e da efetiva colaboração entre usuários, desenvolvedores e prestadores de serviço. Esse ambiente funciona de uma forma de transferir os resultados da produção social para a sociedade (Meffe, 2010; Cardoso *et al*, 2011; SPB, 2011). Cabe agora criar mecanismos que ampliem a participação dos membros da comunidade através da capacitação das pessoas tendo como base o perfil dos líderes.

Governança pode ser entendida como um conjunto de mecanismos de gestão e ações organizadas de um sistema social posto em prática para garantir a segurança, a prosperidade, a coerência da ordem e a continuidade do sistema (Fusco e Sacomano, 2010). É necessário aprofundar o estudo da estrutura de governança, os tipos de relações no ambiente do SPB, e as ligações entre causa e efeito resultante de ações de cooperação, compartilhamento e confiança que estimulam a produção de conhecimento e inovações pelas comunidades. Com os estudos mais detalhados e em outras comunidades, espera-se obter um modelo de referência que permita o compartilhamento que as boas práticas entre as comunidades que promovam inovações e criem modelos de negócios no contexto da nova economia possam ser multiplicadas.

Referências

- UCINET, Analytic Technologies. Em: <http://www.analytictech.com/ucinet>. Acesso: 30 de setembro de 2011.
- BENKLER, Y.; Nissenbaum H. Commons-based Peer Production and Virtue. *The Journal of Political Philosophy*, v.14; n.4, 2006, p.394-419.
- BERNERS-LEE, T.; Hall, W.; Hendler, J.; Shadbolt, N.; Weitzner, D. J. Creating a Science of the Web. *Science*, v.313, August 2007, p.769-771.
- BESTEN, M.; Dalle, J.; Galia, F. The Allocation on Collaborative Efforts in Open-Source Software. *Information Economics and Policy*, v.20, 2008, p.316-322.
- CARDOSO Jr. J. L.; Meffe, C.; Martins, P. P. P. O Software Público Brasileiro. *Revista Linux Magazine*, número especial 6, junho, 2011, p.28-29.
- CARVALHO, M. F. H.; Alves, A. M.; Cardoso Jr., J. L. The Network Dynamics of the Brazilian Public Software - Managerial Aspects. In: *Proceedings of the 18th International Conference for the International Association of Management of Technology, IAMOT, Orlando, Florida, USA, April 5-8, v. II, 2009, p.31-36.*
- CASTELLS, M. Material for an Exploratory Theory of the Network Society. *British Journal of Sociology*, v.51, n.1, 2000, p.5-24.

COSTA NETO, P. L. O. Decisões na Gestão da Qualidade. Em *Qualidade e Competência nas Decisões*, Costa Neto, P. L. O. (Coord.), capítulo 6, p.85-106. São Paulo: Blucher, 2007.

DAVID, P. A.; Shapiro, J. S. Community-based Production of Open-Source Software: What do We Know about the Developers Who Participate? *Information Economics and Policy*, v.20, 2008, p.364-398.

FUSCO, J. P. A.; Sacomano, J. B. Administração de Empresas em Redes. Em: Costa Neto, Pedro L. O.; Canuto, S. A. *Administração com Qualidade*. São Paulo: Atlas, 2010, cap.10, p.285-304.

GONZALES-BARAHONA, J. M.; Robles, G.; Andradas-Izquierdo, R. Geographic Origin of Libre Software Developers. *Information Economics and Policy*, v.20, 2008, p.356-363.

HÅKANSSON, H.; Ford, D. How Would Companies Interact in Business Networks? *Journal of Business Research*, v.55, 2002, p.133-139.

HANNEMAN, R. A.; Riddle, M. *Introduction to Social Network Methods*. University of California, Riverside (CA), 2005. Em: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman>. Acesso: 20 de setembro de 2010.

InVesalius. Software Público de imagens médicas para auxílio ao diagnóstico e planejamento cirúrgico. Em: http://www.softwarepublico.gov.br/ver-comunidade?community_id=626732. Acesso: 30 de setembro de 2011.

MEFFE, C. Software e a Base Comum de Produção. *Computerworld*, April 24th, 2010. Em: <http://computerworld.uol.com.br/blog/governanca/2010/04/12/software-publico-e-a-base-comum-de-producao>. Acesso: 29 de setembro de 2010.

MIZRUCHI, Mark S. Social Network Analysis: Recent Achievements and Current Controversies. *Acta Sociologica*, v.37, n.4, p.329-343, 1994.

MPV, Mercado Público Virtual. Em: <http://www.mercadopublico.gov.br>. Acesso: 30 de março de 2011.

OWF, Open World Forum. 2020 FLOSS Roadmap. P. Aigrain et al (Orgs.). Em: “Theme 7: FLOSS in an Open World: Innovations and Best Practices from Brazil”. Em: <http://www.2020flossroadmap.org/roadmap/theme-7-brazil>. Acesso: 29 de dezembro de 2010.

PSC, Public Software Centre. Em: <http://www.public-software.in>. Acesso: 30 de setembro de 2011.

RCSLA, Rede Colaborativa de Software Livre e Aberto para América Latina e Caribe. Em: <http://rcsla3.dcc.ufmg.br/pnud/projeto.php>. Acesso: 30 de setembro de 2011.

ROBERTS, J. A.; Hann, I.; Slaughter, S. A. Understanding the Motivations, Participation, and Performance of Open Source Software Development: A Longitudinal Study of the Apache Projects. *Management Science*, v.32, 2006, p.984-999.

SIMON, I.; Vieira, M. S. O Rossio não Trivial. Em “Além das Redes de Colaboração - Internet, Diversidade Cultural e Tecnologias do Poder”. Preto, Nelson L.; Silveira, Sérgio A. (Orgs.). Salvador (BA): Editora da Universidade Federal da Bahia, 2008, p.15-30.

SLTI, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Instrução Normativa nº 1 de 17 de janeiro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos para o desenvolvimento, a disponibilização e o uso do Software Público Brasileiro. Diário Oficial da União, nº 13, de 19 de janeiro de 2011, Seção 1, p.41-44.

SPB, Software Público Brasileiro. Em: <http://www.softwarepublico.gov.br>. Acesso: 30 de setembro de 2011.

STALLMAN, R. Why ‘Open Source’ Misses the Point of Free Software. Communications of the ACM, v.52, n.6, 2009, p.31-33.

STIGLITZ, J. A. Economics of the Public Sector. New York: Norton Books, 1988.

Agradecimentos

A iniciativa do Software Público Brasileiro conta com uma equipe de cerca de cinquenta pessoas diretamente envolvidas que interagem com mais de 110 mil pessoas nas comunidades hospedadas no portal SPB. Os autores agradecem à equipe do projeto e os membros das comunidades. Agradecimento especial para Corinto Meffe, coordenador geral do SPB. Os autores agradecem também a FINEP, Agência Brasileira de Inovação, pelo suporte financeiro sem o qual esse trabalho estaria comprometido.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: *Software Público e a Dinâmica das Redes de Colaboração e Compartilhamento*

Autores: I. Costa, J. L. Cardoso Júnior, M. Mollo Neto, M. F. H. de Carvalho

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Título do Meio de Publicação: Anais do IV Sidepro

Local da Publicação: São Paulo, SP, Brasil

Mês e Ano da Publicação: Novembro de 2011

Editora: Universidade Paulista UNIP

Total de páginas: 12

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***STUDY OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
OF ABC PAULISTA USING EMERGY SYNTHESIS***

Fábio Sevegnani

Universidade Paulista – UNIP
São Paulo – Brazil

Cecília M. V. B. de Almeida

Universidade Paulista – UNIP
São Paulo – Brazil

Biagio F. Giannetti

Universidade Paulista – UNIP
São Paulo – Brazil

Silvia H. Bonilla

Universidade Paulista – UNIP
São Paulo – Brazil

Abstract: The great urban population growth generates several changes in life style, land use, energy demand and consequent environmental pressure. In this way, studies related to environmental sustainability of urban systems and the availability of natural resources are of major importance. EMergy is considered to be a powerful tool to environmental accounting and measures both natural and human resources to generate products and services. The evaluation through eMergy synthesis of cities, states, nations and its base resources provides large scale perspective to evaluation of environmental areas and can help selection of policies for public benefit. This preliminary study applies the eMergy synthesis to evaluate the sustainability of the cities that compose the ABC Paulista, accounting the local free renewable and the purchased resources that give support to the cities.

Keywords: Emergy synthesis, environmental accounting, environmental sustainability, urban systems.

1 Introduction

Cities can be regarded as centers of several activities, being them commercial, industrial, social, economic or politics. Such activities have an effect on the biosphere as major consumers of resources and environmental services that often are not within cities' boundaries. Cities need areas, people,

materials, knowledge and other resources for the various activities they held, depending on a greater or lesser degree on activities undertaken in other regions, often quite distant. Among these activities one can consider the growth of food, fuel production, water treatment, storage systems for solid waste, people training, production of raw materials and other miscellaneous activities that can't be developed within the limits of the municipality. The existence and maintenance of a city and its internal structure depends on the flow of products and services into, through and out of town [1]. Thus, for cities maintenance and existence, there must be a constant flow of energy in the form of materials, people, knowledge and others crossing the boundaries of the municipality that comes from various locations in the biosphere.

Through the concept of eMergy accounting it is possible to account the exchanges between the municipality and the "external environment" in order to assess its sustainability. It is possible to evaluate the real wealth of a region with a more realistic vision than the vision purposed by the economic evaluation of gross domestic product (GDP) or social assessment performed by the human development index (HDI). The approaches of GDP and HDI differ drastically from the strong definition of sustainability [2].

With emergy is possible to evaluate systems through the point of view of strong sustainability which derives from a different perception that substitutability of manufactured for natural capital is seriously limited by such environmental characteristics as irreversibility, uncertainty and the existence of 'critical' components of natural capital, which make a unique contribution to welfare [3].

EMergy evaluation of states, nations and their resource basis gives large-scale perspective to appraisal of environmental areas, and helps to select policies for public benefit [4]. Considering that cities are a special type of ecosystem, Odum *et al.* [5] suggested the need for a more comprehensive view of the resources and environmental services provided by the biosphere.

The use of eMergy accounting has already been explored by many researchers in various applications, including the study of urban systems. The sustainability of Rome was studied by Ascione *et al.* [6] and compared with the sustainability values of Italy. Zhang *et al.* [7] studied the metabolism of Beijing based in the eMergy synthesis. Lei *et al.* [8] evaluated the dynamic urban system and the economic development of Macao. Huang [9] has developed standards of urban sustainability indicators for Taiwan. A standard for integrated regional studies through a spatial analysis based on eMergy in the province of Cagliari in Italy was developed by Pulselli *et al.* [10].

ABC Paulista is composed of three municipalities: Santo André, São Bernardo do Campo and São Caetano do Sul. ABC is an important industrial, technological and housing area that gives support to Great São Paulo, deserving a more comprehensive study regarding its environmental

sustainability. This paper presents a study of sustainability of the ABC Paulista using the eMergy accounting to assess the inputs of local renewable resources and purchased resources necessary for the maintenance of urban activities.

2 Methodology

Odum (1996) emphasizes that eMergy accounting is a science-based evaluation system that is able to represent both environmental and economic values in a common metric. EMergy, spelled with an “m”, is the memory energy or the total of energy embodied into a product or service. It is defined as the sum of all direct or indirect energy to generate a product or service [4]. The contributions of energy to generate a product or service are expressed in a common base (solar equivalent joules, seJ) allowing its accounting. Transformity measures the relationship between eMergy and energy, and is the eMergy needed to obtain 1 J of a product or service directly or indirectly [11]. Its unit is seJ/J. In some cases, there it is need to calculate the eMergy needed to obtain one unit of product or service. Then, the eMergy needed to produce one kilogram of any material (seJ /kg) is defined as the specific eMergy.





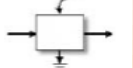

The eMergy accounting starts with the construction of an energy flow diagram (Figure 1) identifying resources flows crossing the system boundary. The construction of the diagram is performed with the use of specific symbols (Table 1) that standardize its construction. In the diagram, flows are identified as renewable (R), nonrenewable (N) and purchased resources (F). Resources R and N are provided by the environment and are “economically free”. However, resources can only be considered renewable if they are being consumed at a slower rate than that of its replacement. Water, for example, depending on the local conditions, cannot be considered as renewable if the speed which it is being consumed exceeds the speed of its replacement. Similarly, N resources are those consumed faster than the replacement speed. The F resources are economically acquired and may be accounted in monetary or physical units, which can be transformed into equivalent eMergy (seJ) [4].

The next step in eMergy accounting is mounting of eMergy flows tables that enable analysis, interpretations and eMergy indices calculation. The assembly of the tables is based on the features shown in the diagram.

3 Results and Discussions

The energy flow diagram shows the renewable natural resources (rain, wind and sun) that feed ABC Paulista. The Billings dam is located at São Bernardo do Campo giving supplying water to various municipalities in the region of Great São Paulo. This storage was considered a non-renewable resource (N). The municipalities purchase resources from outside their borders, and these resources (F) are shown in the upper part of the diagram (water, fuel, electricity, machinery, products and services). On the right in the diagram are illustrated the financial transactions between municipalities and counties to foreign markets. In addition, the ABC receives an influx of workers and immigrants. Within the limits of ABC's diagram, the infrastructure of urban activities represented by built and natural systems is shown. There are also activities that are undertaken within ABC area in order to supply the needs of the municipality regarding water treatment and waste disposal. Industrial and manufacturing activities use the built environment and almost all items that cross the system's boundary yielding products and services that are exported to other locations outside the system. All these activities generate a stock of capital that is represented within the studied system.

Table 1: Main symbols for energy diagram construction

	Arrow: A pathway proportional to the quantity in the storage or source upstream.
	Source: Outside source of energy delivering forces according a program controlled from outside; a forcing function.
	Heat sink: Dispersion of potential energy into heat that accompanies all the real transformation processes and storages; loss of potential energy from further use by the system.
	Tank: A compartment of energy storage within the system storing a quantity as the balance of inflows and outflows; a state variable.
	Box: Miscellaneous symbol to use for whatever unit or function is labeled.
	Interaction: Interactive interaction of two pathways coupled to produce na outflow in proportion to a function of both; control action of one flow on another; limiting factor action; work gate.

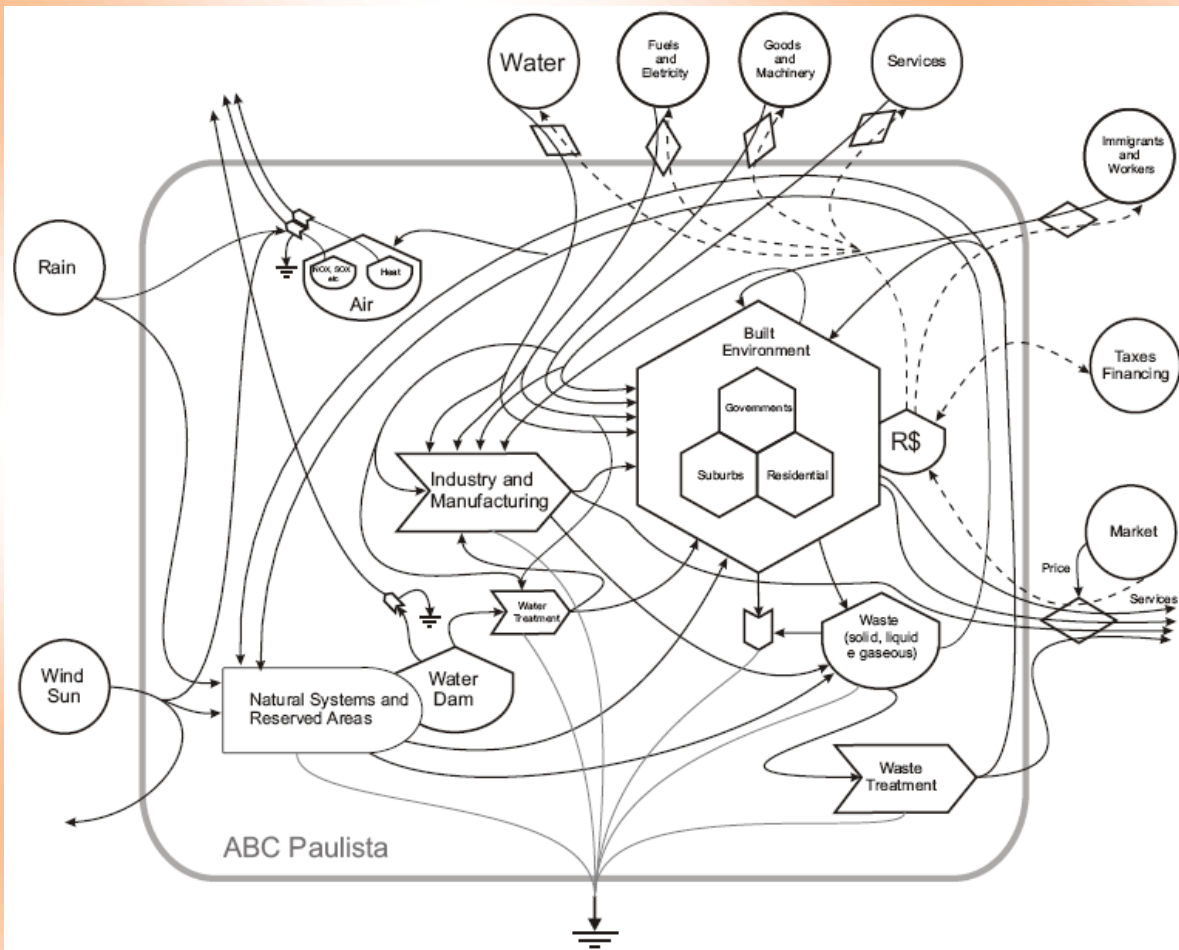


Figure 1: Energy flow diagram of ABC Paulista

Tables 2, 3 and 4 show the eMergy flows for each of the municipalities of ABC Paulista and table 5 presents the eMergy accounting for ABC as a whole. Calculations of the gross energy of each of the renewable and purchased flows for the municipality of Santo André (SA) are shown below table 2 in order to illustrate the eMergy table construction. Calculations for São Bernardo do Campo (SBC) and São Caetano do Sul (SCS) are quite similar, changing only the specific data to each municipality. Flows identified with (*) come from the same source, and were not accounted to avoid do double-counting [4]. Renewable resources are composed by items 2 and 3, called total water [12]. Purchased resources correspond to the sum of items 6 to 8.

Table 2: Environmental eMergy accounting of Santo André

Item	Description	Unit	Gross Value	Transformity (seJ/unit) [ref.]	EMergy (seJ/year)
Renewable (R)					
1(*)	Solar Energy	J/yr	7.55x10 ¹⁷	1 [4]	7.55x10 ¹⁷
2	Rain Chemical Energy	J/yr	2.68x10 ¹⁵	3.05x10 ⁰⁴ [4]	8.17x10 ¹⁹
3	Rain Geopotential Energy	J/yr	2.60x10 ¹⁵	4.70x10 ⁰⁴ [4]	1.22x10 ²⁰
4(*)	Kinetic Wind Energy	J/yr	3.33x10 ¹⁴	2.45x10 ⁰³ [4]	8.17x10 ¹⁷
5	Geothermal Heat	J/yr	2.98x10 ¹⁴	5.80x10 ⁰⁴ [4]	1.73x10 ¹⁹
	Total of renewable resources (R)				2.21x10²⁰
Purchased (F)					
6	Fuels				
6a	Natural Gas	J/yr	1.14x10 ¹⁶	8.06x10 ⁰⁴ [4]	9.20x10 ²⁰
6b	Gasoline	J/yr	4.63x10 ¹⁵	6.60x10 ⁰⁴ [11]	3.06x10 ²⁰
6c	Diesel Oil	J/yr	2.23x10 ¹⁵	1.11x10 ⁰⁵ [4]	2.48x10 ²⁰
6d	Sugarcane Ethanol	J/yr	2.15x10 ¹⁵	4.87x10 ⁰⁴ [14]	1.04x10 ²⁰
7	Electricity	J/yr	9.97x10 ¹⁵	2.77x10 ⁰⁵ [4]	2.76x10 ²¹
8	Treated Water	m ³ /yr	5.84x10 ⁰⁷	7.75x10 ¹¹ [15]	4.53x10 ¹⁹
	Total of purchased resources (F)				4.38x10²¹

Item 1- Calculation of solar energy according to eq. 1:

$$Energy (J) = (municipality\ area) \times (avg.\ solar\ radiation) \times (transf.\ cm^2\ to\ m^2) (1-albedo) \times (transf.\ J\ to\ kcal)$$

(1)

$$Energy (J) = (1.75E+08m^2) \times (1.32E+02 \frac{kcal}{cm^2 yr}) \times (1.00E+04 \frac{cm^2}{m^2}) \times (1-0.22) \times (4186 \frac{J}{kcal}) \quad Energy (J) = 7.55E+17 \frac{J}{yr}$$

Item 2- Calculation of chemical energy of the rain according to eq. 2:

$$Energy (J) = (municipality\ area) \times (avg.\ rain\ fall\ discounted\ evap.\ *) \times (water\ density) \times (Gibbs\ free\ energy)$$

(2)

* evaporation estimated in 20%

$$Energy (J) = (1.75E+08m^2) \times (0.8 \times 3.1 \frac{m}{yr}) \times (1.00E+03 \frac{kg}{m^3}) \times (4.94E+03 \frac{J}{kg}) \quad Energy (J) = 2.68E+15 \frac{J}{yr}$$

Item 3- Calculation of geopotential energy of the rain according to eq. 3:

$$Energy (J) = (municipality\ area) \times (avg.\ rain\ fall) \times (run-off\ %) \times (mean\ elevation) \times (gravity\ acceleration)$$

(3)

$$\text{Energy (J)} = (1.75\text{E}+08\text{m}^2) \times (3.1 \frac{\text{m}}{\text{yr}}) \times (0.64) \times (760\text{m}) \times (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \quad \text{Energy (J)} = 2.60\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

Item 4- Calculation of kinetic wind energy according to eq. 4:

$$\text{Energy (J)} = (\text{municipality area}) \times (\text{air density}) \times (\text{drag coef.}) \times (\text{speed}^3) \times (\text{transf. years to seconds})$$

(4)

$$\text{Energy (J)} = (1.75\text{E}+08\text{m}^2) \times (1.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (1.00\text{E}-03) \times ((3.6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^3) \times (3.14\text{E}+07 \frac{\text{s}}{\text{yr}}) \quad \text{Energy (J)} = 3.33\text{E}+14 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

Item 5- Calculation of geothermal heat according to eq. 5:

$$\text{Energy (J)} = (\text{municipality area}) \times (\text{deep heat flow})$$

(5)

$$\text{Energy (J)} = (1.75\text{E}+08\text{m}^2) \times (1.70\text{E}+06 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{yr}}) \quad \text{Energy (J)} = 2.98\text{E}+14 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

Item 6- Calculation of energy of diverse fuels according to eq. 6:

$$\text{Energy (J)} = (\text{consumption}) \times (\text{heat power}) \times (\text{transf. J to kcal})$$

(6)

Item 6a- Calculation of energy of natural gas according to eq. 6:

$$\text{Energy (J)} = (3.10\text{E}+08 \frac{\text{m}^3}{\text{yr}}) \times (8800 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energy (J)} = 1.14\text{E}+16 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

Item 6b- Calculation of energy of gasoline according to eq. 6:

$$\text{Energy (J)} = (1.41\text{E}+08 \frac{\text{L}}{\text{yr}}) \times (7844.2 \frac{\text{kcal}}{\text{L}}) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energy (J)} = 4.63\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

Item 6c- Calculation of energy of diesel oil according to eq. 6:

$$\text{Energy (J)} = (2.23\text{E}+15 \frac{\text{L}}{\text{yr}}) \times (8605.2 \frac{\text{kcal}}{\text{L}}) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energy (J)} = 2.23\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

Item 6d- Calculation of energy of sugarcane ethanol according to eq. 6:

$$\text{Energy (J)} = (1.01\text{E}+08 \frac{\text{L}}{\text{yr}}) \times (5096.7 \frac{\text{kcal}}{\text{L}}) \times (4186 \frac{\text{J}}{\text{kcal}}) \quad \text{Energy (J)} = 2.15\text{E}+15 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

$$\text{Total energy of fuels (J)} = 2.04\text{E}+16 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

Item 7- Calculation of energy of electricity according to eq. 7:

$$\text{Energy (J)} = (\text{consumption}) \times (\text{transf. J to kWh})$$

(7)

$$\text{Energy (J)} = (2.77\text{E}+09 \frac{\text{kWh}}{\text{yr}}) \times (3.60\text{E}+06 \frac{\text{J}}{\text{kWh}}) \quad \text{Energy (J)} = 9.97 + 15 \frac{\text{J}}{\text{yr}}$$

Item 8- Calculation of energy of treated water according to eq. 8:

$$\text{Energy (J)} = (\text{avg. consumption per capita}) \times (\text{transf. liters to m}^3) \times (365 \text{ days per year}) \times (\text{population})$$

(8)

$$\text{Energy (J)} = (2.38\text{E}+02 \frac{\text{L}}{\text{day}}) \times (1\text{E}-03 \frac{\text{m}^3}{\text{L}}) \times (365 \frac{\text{days}}{\text{yr}}) \times (6.73\text{E}+05 \text{ inhab}) \quad \text{Energy (J)} = 5.84\text{E}+07 \frac{\text{m}^3}{\text{yr}}$$

Table 3: Environmental eMergy accounting of São Bernardo do Campo

Item	Description	Unit	Gross Value	Transformity (seJ/unit) [ref.]	EMergy (seJ/year)
Renewable (R)					
1(*)	Solar Energy	J/yr	1.75x10 ¹⁸	1 [4]	1.75x10 ¹⁸
2	Rain Chemical Energy	J/yr	3.08x10 ¹⁵	3.05x10 ⁰⁴ [4]	9.40x10 ¹⁹
3	Rain Geopotential Energy	J/yr	3.08x10 ¹⁵	4.70x10 ⁰⁴ [4]	1.45x10 ²⁰
4(*)	Kinetic Wind Energy	J/yr	7.73x10 ¹⁴	2.45x10 ⁰³ [4]	1.89x10 ¹⁸
5	Geothermal Heat	J/yr	6.91x10 ¹⁴	5.80x10 ⁰⁴ [4]	4.01x10 ¹⁹
Total of renewable resources (R)					2.79x10²⁰
Purchased (F)					
6	Fuels				
6a	Natural Gas	J/yr	4.05x10 ¹⁵	8.06x10 ⁰⁴ [4]	3.26x10 ²⁰
6b	Gasoline	J/yr	4.93x10 ¹⁵	6.60x10 ⁰⁴ [11]	3.25x10 ²⁰
6c	Diesel Oil	J/yr	5.22x10 ¹⁵	1.11x10 ⁰⁵ [4]	5.79 x10 ²⁰
6d	Sugarcane Ethanol	J/yr	2.21x10 ¹⁵	4.87x10 ⁰⁴ [14]	1.07 x10 ²⁰
7	Electricity	J/yr	9.53x10 ¹⁵	2.77x10 ⁰⁵ [4]	2.64 x10 ²¹
8	Treated Water	m ³ /yr	7.03x10 ⁰⁷	7.75x10 ¹¹ [15]	5.45 x10 ¹⁹
Total of purchased resources (F)					4.03x10²¹

Table 4: Environmental eMergy accounting of São Caetano do Sul

Item	Description	Unit	Gross Value	Transformity (seJ/unit) [ref.]	EMergy (seJ/year)
Renewable (R)					
1(*)	Solar Energy	J/yr	6.47x10 ¹⁶	1 [4]	6.47x10 ¹⁶
2	Rain Chemical Energy	J/yr	9.78x10 ¹³	3.05x10 ⁰⁴ [4]	2.98 x10 ¹⁸
3	Rain Geopotential Energy	J/yr	1.84x10 ¹⁴	4.70x10 ⁰⁴ [4]	8.66x10 ¹⁸
4(*)	Kinetic Wind Energy	J/yr	2.86x10 ¹³	2.45x10 ⁰³ [4]	7.00x10 ¹⁶

5	Geothermal Heat	J/yr	2.55×10^{13}	5.80×10^{04} [4]	1.48×10^{18}
Total of renewable resources (R)					1.31×10^{19}
Purchased (F)					
6	Fuels				
6a	Natural Gas	J/yr	8.43×10^{14}	8.06×10^{04} [4]	6.79×10^{19}
6b	Gasoline	J/yr	1.53×10^{15}	6.60×10^{04} [11]	1.01×10^{20}
6c	Diesel Oil	J/yr	7.04×10^{14}	1.11×10^{05} [4]	7.81×10^{19}
6d	Sugarcane Ethanol	J/yr	7.84×10^{14}	4.87×10^{04} [14]	3.82×10^{19}
7	Electricity	J/yr	2.28×10^{15}	2.77×10^{05} [4]	6.31×10^{20}
8	Treated Water	m ³ /yr	1.32×10^{07}	7.75×10^{11} [15]	1.02×10^{19}
Total of purchased resources (F)					9.26×10^{20}

Table 5: Environmental eMergy accounting of ABC Paulista

Item	Description	Unit	Gross Value	Transformity (seJ/unit) [ref.]	eMergy (seJ/year)
Renewable (R)					
1(*)	Solar Energy	J/yr	2.57×10^{18}	1 [4]	2.57×10^{18}
2	Rain Chemical Energy	J/yr	5.86×10^{15}	3.05×10^{04} [4]	1.79×10^{20}
3	Rain Geopotential Energy	J/yr	5.86×10^{15}	4.70×10^{04} [4]	2.75×10^{20}
4(*)	Kinetic Wind Energy	J/yr	1.13×10^{15}	2.45×10^{03} [4]	2.77×10^{18}
5	Geothermal Heat	J/yr	1.01×10^{15}	5.80×10^{04} [4]	5.86×10^{19}
Total of renewable resources (R)					5.13×10^{20}
Purchased (F)					
6	Fuels				
6a	Natural Gas	J/yr	1.63×10^{16}	8.06×10^{04} [4]	1.31×10^{21}
6b	Gasoline	J/yr	1.11×10^{16}	6.60×10^{04} [11]	7.33×10^{20}
6c	Diesel Oil	J/yr	8.15×10^{15}	1.11×10^{05} [4]	9.05×10^{20}
6d	Sugarcane Ethanol	J/yr	5.14×10^{15}	4.87×10^{04} [14]	2.50×10^{20}
7	Electricity	J/yr	2.18×10^{16}	2.77×10^{05} [4]	6.04×10^{21}
8	Treated Water	m ³ /yr	1.42×10^{08}	7.75×10^{11} [15]	1.10×10^{20}
Total of purchased resources (F)					9.35×10^{21}

Results of tables 2 to 5 show that ABC Paulista's total eMergy is composed by the contribution of the three municipalities. São Bernardo do Campo and Santo André contribute with similar shares (44% and 47%, respectively), and São Caetano do Sul, the smallest in area, contributes with the remaining 9%. Among the renewable resources accounted (rain and geothermal heat), rain contributes to the operation of this urban center more than 85% sej/sej, and each municipality

receives from 8 to 14% of renewable resources in the form of geothermal heat. Among the purchased resources, fuels and electricity are the most important inputs. Electricity stands for 65% of ABC's total eMergy and, among fuels (34% sej/sej), natural gas is the main input, corresponding to 14% of the total eMergy.

Analyzing the data shown in table 6, it is clear that the municipalities depend much more on the purchased resources (F) than on its own renewable resources. The percentage of renewables contribution is less than 7% sej/sej for all municipalities. This is a common characteristic of urban centers that concentrate activities that need resources provided by various locations coming from outside their boundaries [6-10].

Considering the population of each municipality permits to observe that the population of São Caetano do Sul receives less renewable resources than the inhabitants of Santo André and São Bernardo do Campo, which are more populated. The municipality of São Caetano do Sul is averagely industrialized and possibly the high value of purchased resources compensates the low natural resources inputs. Furthermore, Santo André and São Bernardo do Campo are highly industrialized, and a part of the purchased resources is used directly by the industry and cannot be seen as a wealth factor for their populations. Santo André and São Bernardo do Campo receive more renewable inputs than São Caetano do Sul because the Billings dam is placed in both municipalities.

Table 6: Per capita eMergy of the ABC Paulista municipalities

Municipality	Number of Inhabitants [16]	Total Annual EMergy (sej/year)		%R	Per capita EMergy (seJ/year inhab)	
		(R)	(F)		(R)	(F)
Santo André	6.73×10^5	2.21×10^{20}	4.38×10^{21}	5	3.28×10^{14}	6.51×10^{15}
São Bernardo do Campo	8.11×10^5	2.79×10^{20}	4.03×10^{21}	7	3.44×10^{14}	4.97×10^{15}
São Caetano do Sul	1.52×10^5	1.31×10^{19}	9.26×10^{20}	1	8.62×10^{13}	6.09×10^{15}
ABC	1.64×10^6	5.13×10^{20}	9.35×10^{21}	5	3.13×10^{14}	5.70×10^{15}

4 Conclusion

This work accounts the renewable resources (R) and the purchased resources (F) for the municipalities that belong to the ABC Paulista. Results make clear that cities that are understood as central bodies of various activities depend on a support area larger than its own to keep their business. When referring to the use of free resources provided by the biosphere it is possible to

arrange the cities in descending order as follows: São Bernardo do Campo, Santo Andre and Sao Caetano do Sul. When referring to the availability of renewable resources for the population of each municipality, it was found that the population of São Caetano do Sul takes less benefit compared to the population of the other municipalities. It was also noted that the renewable eMergy per capita of Santo André is slightly lower than that of São Bernardo do Campo. However, São Caetano do Sul has approximately four times less renewable resources per capita than the other two municipalities that form the ABC Paulista.

Acknowledgements

Acknowledgements to Universidade Paulista – UNIP specially to the Production and Environment research group that is part of the Master and Doctoring in Production Engineering Program.

References

1. Huang, S.-L., Chen, C.-W., "Urbanization and Socioeconomic Metabolism in Taipei", *Journal of Industrial Ecology* 13, 2009, 75-93.
2. Giannetti, B.F., Almeida, C.M.V.B., Bonilla, S.H., "Comparing emergy accounting with well-known sustainability metrics: The case of Southern Cone Common Market, Mercosur". *Energy Policy* 38, 2010, 3518-3526.
3. Daly, H.E., *Elements of environmental macroeconomics*, Columbia University Press, New York 1991. In: Costanza, R. (Ed.), *Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability*.
4. Odum, H.T., *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making*, John Wiley, 1996, 1, 182.
5. Odum, H.T., Brown, M.T., Whitefield, L.S., Woithe, R., Doherty, S., "Zonal organization of cities and environment: a study of energy system basis for urban society". A Report to the Chiang Ching-Kuo Foundation for International Scholarly Exchange. Center for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville, FL, 1995.
6. Ascione, M., Campanella L., Cherubini, F., Ulgiati, S., "Environmental driving forces of urban growth and development. An emergy-based assessment of the city of Rome, Italy". *Landscape and Urban Planning* 93, 2009, 238-249.
7. Zhang, Y., Yang, Z., Yu, X., "Evaluation of urban metabolism based on emergy synthesis: A case study for Beijing (China)". *Ecological Modelling* 220, 2009, 1690-1696.

8. Lei, K., Wang, Z., Ton, S., "Holistic emergy analysis of Macao". *Ecological Engineering* 32, 2008, 30-43.
9. Huang, S.-L., "Urban ecosystems, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei metropolis". *Journal of Environmental Management* 52, 1998.
10. Pulselli, R. M., Rustici, M., Marchettini, N., "An integrated framework for regional studies: Emergy based spatial analysis of the province of Cagliari". *Environmental Monitoring and Assessment* 133, 2007, 1-13.
11. Giannetti, B.F., Barella, F.A., Almeida, C.M.V.B., "A combined tool for environmental scientists and decision makers: ternary diagrams and emergy accounting". *Journal of Cleaner Production* 14, 2006, 201-210.
12. http://sahel.ees.ufl.edu/frame_database_resources_test.php?search_type=basic&country=BRA
Last consult 03/03/2011.
13. Nelson, M.; Odum, H. T.; Brown, M. T.; Alling, A.; "Living off the land": Resource efficiency of wetland wastewater treatment. *Adv. Space Res.*, 2001
14. Pereira, C.L.F., Ortega, E., "Sustainability assessment of large-scale ethanol production from sugarcane". *Journal of Cleaner Production*, 2009, 1-6
15. Buenfil, A.A. *Emergy Evaluation of water*. 248 p. Thesis – University of Florida, USA, 2001.
16. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, www.ibge.gov.br last consult September/2010.

Tipo de Produção: Resumo expandido

Título do Texto: *Study of Environmental Sustainability of ABC Paulista Using Emergy Synthesis*

Autores: F. Sevegnani, C. M. V. B. de Almeida, B. F. Giannetti, S. H. Bonilla

Título do Meio de Publicação: *Proceeding of the 2011 Industrial Engineering Research Conference*

Local da Publicação: Reno – Nevada – EUA

Ano da Publicação: 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Avaliação e Aplicação de Ecoindicadores para Desenvolvimento Sustentável

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***TECHNOLOGY TRANSFERENCE FROM R&D PUBLIC INSTITUTIONS
TO THE PRODUCTIVE SECTOR: EMBRAPA CASE ON TECHNOLOGY
TRANSFER TO THE SEED SEGMENT***

Ana Lucia Atrasas

UNIP/Embrapa

Parque Estação Biológica – Ed. Embrapa Sede, CEP 70770-901, Brasília/DF, Brazil

e.mail: Ana.atrasas@gmail.com or ana.atrasas@embrapa.br

Phone: + 55 11 7102 2122

José Benedito Sacomano

UNIP

Rua Francisco Ferreira, 1995, Bairro Vila Neres, CEP 13564-004, São Carlos/SP, Brazil

E.mail: sacomano@terra.com.br

Phone: + 55 16 3371-8179 or + 55 11 5571-1522

José Paulo Alves Fusco

UNESP

Rua Semi Gebara, 3-38, Bairro Leme da Silva, CEP 17017-280, Bauru/SP, Brazil

E.mail: jpafusco@uol.com.br

Phone: + 55 14 9772 4085

Abstract: Competition and the factors which contribute to a company's success in a volatile global and economic environment depend on many different aspects. One of them pertains to the relationship established between companies, with the goal of attaining a uniform level of development with effective integration and coordination. A relationship between companies creates a network and a positive integration can be attained with the removal of obstacles so as to facilitate the flow of information, goods and services. This study seeks to understand how the relationship of technology transfers from the external environment with Embrapa. We analyzed the evolution and subsequent transformation of vision that the company has undergone since its creation until today. At the end you can see the network cohesion and the convergence of the interests of its participants require the achievement of a balanced relationship and the establishment of governance principles.

Keywords: business networks, partnerships, agribusiness, technology transfer

1. Introduction

Studies about the interaction among institutions that are knowledge generators (universities, institutes of Technological Research, Technical Schools, and others) and the productive sector have sparked growing interest in academic circles, especially since the 80s. Hill e Roessner (1998) discuss the environmental changes and the new reality of laboratories from government in the United States and present the strategy of establishing partnerships with the productive sector as one of the solutions to the problems faced by these institutions.

Santos and Fracasso (2000) consider that the value of University-Enterprise relationship is perceived intuitively, but assessing its impact on economic and social development is not an easy task, especially when it comes to doing it in a context that shows deficiencies in infrastructure, science and technology. In Brazil, they lack systematic information on interactive activities of University-Enterprise, which constitutes on the main difficulty in finding data for analysis for this phenomenon.

Many factors have pushed public R&D institutions, and more recently “I” (from Innovation), outside its boundaries, those are the continued budget cuts and increasing social questions about the results and benefits gained from the resources invested for that purpose.

This paper deals with the relationships at the interface of an Agricultural Research Institute, Embrapa - Brazilian Agricultural Research Corporation, in its process of transferring knowledge and technology to the productive sector through the formation of business networks. Particularly, this study presents the results obtained in the seed segment.

As a result we can conclude that Embrapa is achieving its goal, raising funds to its core activity, which is, research through the royalties received and increase participation of rural entrepreneurs in the process, which can be observed with the growth of number of contracts signed.

2. Overview of Public Research Institutes

In the early '80s, laboratories and research institutes in the U.S. Government faced changes on the political, technical and budget aspects. Partnerships with industry were considered strategic in managing these changes and in search of new roles. Morone and Ivins (1982) explained that the necessity for changes in governmental positions, national laboratories and industry, was to enable the effective transfer of knowledge from government laboratories to the productive sector.

The U.S. government laboratories, according to Hill and Roessner (1998), had their missions defined by the government in the 80s as the transference of technology to the productive sector. At

that time, occurred an evolution from a passive position to an active pursuit of partnership with the industry, from the academy and other laboratories, aiming to advance their missions and goals of technology transfer.

In Brazil, the R&D institutions were also objects of study. Salles-Filho (2000) conducted a study on the reorientation of public research, which he identified the elements that have altered the relationships between public research institutions and the technology innovation environment, going through transformations in the role of the state, technical-scientific changes, new patterns of competition and market globalization. This study presented the analysis of the trajectories of major reorganization of public research institutes in Brazil.

The reality that has been imposed on research institutions in the country by successive changes and shifts in the science and technology policies were discussed by Maculan and Zouain (1997), where they analyzed the impacts of these changes in research institutions and pointed out redefinitions of the research institutions practices with respect to: sources of funding, partnerships with other institutions (laboratories and national or foreign companies); planning and definition of the research activities goals, dissemination and utilization of research activities results, management of institutions, and defining the tasks of the researchers.

Studies indicate the need for organizational and cultural changes in public research institutions with the goal of enabling a more proactive actuation on the local innovation systems.

3. Methodology Adopted

The research method chosen to conduct the work was a case study of how the transfer of technology (product and knowledge) made Embrapa promote organizational changes to better serve its market segment, and how the formation of company's networks was paramount to the success of conducting this case to the productive sector.

The field research tools were publications of Embrapa that dealt with aspects of management, organization and operation of relationships among research and company. We sought to identify the priority given by Embrapa to act as a network with the productive sector, and infer about the relative importance of the interface between technology generated and the consumer.

4. Embrapa and the process of technology transfer to the seed sector

In product markets with high technological content, companies such as Embrapa need permanent mechanisms of interaction with their customers and sources of information to streamline and

optimize the process of innovation and distribution of knowledge and technology, with the goal of effective adoption.

Very often certain factors, that are considered critical, become real barriers to the process of technology transfer that results on the fact that knowledge and technology generated are not effectively adopted by society.

The plant breeding was, and remains, one of the pillars of the Brazilian agriculture expansion, both in acreage, productivity and quality of production. Genetic research crosses and selects plants during five or ten years to generate a few grams or a few kilos of seeds called "genetic". The seeds of new varieties must get to the farmers, keeping unchanged the superior genetic characteristics acquired in the improvement process. The seeds of the base class are generated from the planting of these genetic seed and are used by companies to produce commercial seed.

In the 1970s, EMBRAPA created the Basic Seed Production Service - SPSB with various production and commercial units all over Brazil. This service was implemented in order to centralize the network among the results of the breeding EMBRAPA and the private sector seed, comprising over 500 companies. In this initial form, the technology transfer was achieved through the offer and sale of basic seeds of EMBRAPA to the private sector. The income from the commercialization of basic seed was reverted to maintain the service activities. The contributions of this service to the network of agribusiness seed, according to ATRASAS et al (2006), can be summarized as follows:

- a) Continuing source of innovation for businesses through launch of new and differentiated cultivars;
- b) Guarantee of maintenance, commercial seed, superior genetic characteristics obtained by the top breeders;
- c) Use the fields for basic seed multiplication to validation, development and dissemination of new releases among companies and farmers;
- d) Reduction of time required for a new cultivar to be adopted by farmers and achieve large planted areas;
- e) Utilization of basic seed production to generate or improve production technologies in the field, processing, analysis and storage of seed on new cultivars;
- f) Maintenance of basic seed stocks enabling control of supply and enabling the private sector better planning of their production goals;
- g) Use of new cultivars with the technical background and genetic reputation of the BRS brand (exclusive of EMBRAPA).

During the 1980s, the genetic technology transfer of new corn hybrids from EMBRAPA to the domestic private sector assumed a new format. EMBRAPA used a franchise system, where they

supplied the inputs through contracts, and companies were provided with minimum quotas of basic seeds of the lines to form hybrids corn. The introduction of hybrid corn BR-201 was essential for survival and growth of the market for more than twenty national small businesses. On these franchises contracts EMBRAPA provided information and technical assistance in all phases of the production of hybrid seeds. This system provides EMBRAPA revenue from the sale of basic seeds, plus a percentage on sales made by the companies. National corn seeds companies united in an association called UNIMILHO came to dominate about 20% of the Brazilian corn seeds market.

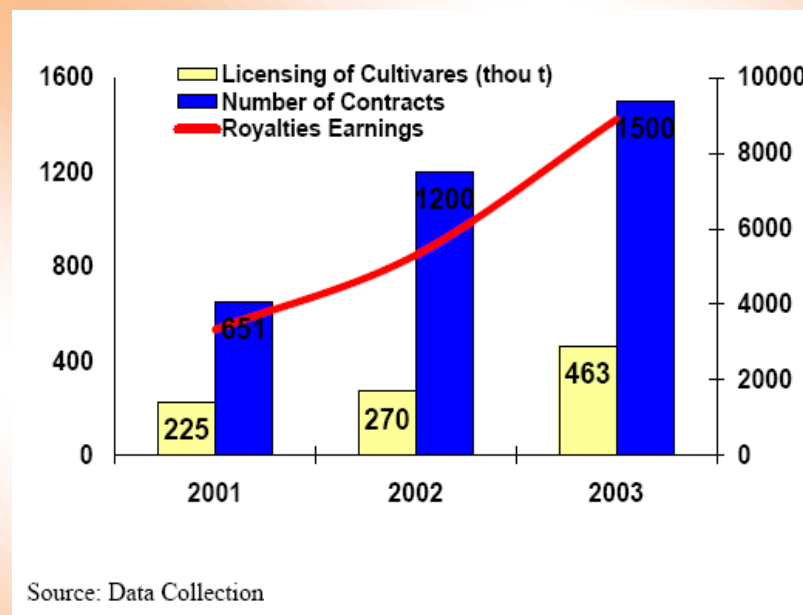
In the 1990s, growth in demand from private companies for basic seeds of new soybean cultivars reached levels that required financial, human and logistics resources that were unsustainable to the budget and structure of EMBRAPA. The company then opted for the establishment of inter organizational networks, as quoted by Piore and Sabel (1984) and Powell (1990) in order to preserve their expertise, and at the same time, reduce contractual risks that occur in market transactions, aiming the development of new soybean cultivars together with research public companies, universities and research foundations established by seed producers and farmers. They also signed several licensing agreements where delegated the production and commercialization of basic seed of cultivars developed in conjunction with the research foundations. The agility in managing the provision of technical assistance and capillarity provided by foundations and private sector, led seed cultivars from EMBRAPA to occupy more than 75% of the area planted with soybeans in Brazil in the late 1990s. In 1997, the enactment of the Cultivars Protection Law completely changed the scenario of seed with regard to intellectual property protection and control over the genetic materials developed by the research. Some contracts which allowed the co-ownership for some soybean had to be revised, giving to EMBRAPA the condition of exclusive owner of the new cultivars to be generated by the joint research. In this new scenario and development stage of the seed business in Brazil, EMBRAPA tends to reduce its involvement in basic seed production. The company intends to concentrate its action on technology transfer through partnership agreements with companies and private organizations.

Partnerships occur in two ways: a partnership with the public sector whose shares are concentrated in the transfer of technologies generated itself and partnership with the private sector through contracts that can be technology transfer and / or participation in the generation of farming.

Table 1 shows how these partnerships are important and generate results to Embrapa. From 2001 to 2003 the Company increased by 105% licensing of cultivars, from 651 licensing agreements in 2001 to 1,500 contracts in 2003. Achieving a figure in 2003 of approximately R\$ 10 million related to royalties. The latest data have not yet been tabulated, but it is estimated that revenue has doubled in the following years.

From the internal organization of Embrapa and management of network, the numbers become more interesting. Considering only the numbers, without analyzing the nature of contracts and the product, the collection under contracts represented a growth of 823%, going from R\$814.13 per contract in 2001 to approximately R\$6,700.00 per contract in the following years.

Table 1 – Licensing, Contracts and Earnings



5. Conclusions

The Brazilian policy for science and technology, determined in the 80's, brought up several new factors to research institutions, that were translated as threats or at least as factors causing disorder and change inductors. In order to meet these new challenges and strengthen its contribution to economic and social development of the country, the institutes are implementing organizational changes and modernizing its management practices. This is an arduous task that implicates on cultural changes that are difficult to incorporate and require perseverance in its conduction and clarity on the definition and correction of the institutional paths.

In search to understand how the relationship with Embrapa and the external environment works, we analyzed the evolution and subsequent vision transformation of that the Company has passed since its creation until today. In this study it was considered only the last segment of the process of PD&I that handles the transfer of technology, but raised some interesting information about networks formatting - internal and external - of research and technology transfer of genetic material.

Embrapa is the main public provider of basic seed to important cultivars, such as the fundamental input for the seed business. With the data presented we can conclude that the 1.500 contracts signed, for the multiplication and commercialization of seeds at different stages, represented a turnover of R\$10 million, printing the importance of partnership networks in this process.

Nevertheless, it is necessary a further integration with the players involved in this network and market, requiring complementary competences that are often found outside of the Company. This suggests that the articulation intra and inter-institutional and the capacity to design networking with institutions representing various segments of the Brazilian agribusiness should be prioritized. This integration will be performed with the goal of organizing and integrating the actions of research, development and communication, focused on technology transfer to society.

References

- ATRASAS, A. L; BOLSON, E. A. & BOLSON E. L. O Empreendedorismo no Agronegócio. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE PARQUES TECNOLÓGICOS E INCUBADORAS DE EMPRESAS**, 2006, Bahia. **Anais**.
- HILL, C.T.; ROESSNER, J. D. New directions in federal laboratory partnerships with industry. **Science and public policy**, v. 25, p. 297-304, Oct. 1998.
- MACULAN, A.M. e ZOUAIN, D. M. Um novo paradigma para as instituições públicas de pesquisa. **Revista de Administração Pública**, v. 31, n. 6, p. 7-27, 1997.
- MORONE, J. e IVINS, R. Problems and opportunities in technology transfer from the nacional laboratories to industry. *Research Management*, p. 35-44, may 1982.
- PIORE, M. J.; SABEL. C. F. **The second industrial divide: possibilities for prosperity**. New York: Basic Books, 1984
- POWELL, W. W. et al. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. **Administrative Science Quarterly**, v. 41, p. 116-145, 1996
- SALLES-FILHO, S. (Coord.) **Ciência tecnologia e inovação: a reorganização da pesquisa pública no Brasil**. Campinas: Komedi, 2000. 416p.
- SANTOS, M. E. R. e FRACASSO, E. M. Triângulo de Sábado e hélice tripla: expressões do mesmo conceito? In: Third Helix International Conference, Rio de Janeiro, 2000. **Anais**, Rio de Janeiro, abril 2000.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: *Technology Transference from R&D Public Institutions Productive Sector: Embrapa Case on Technology Transfer to the Seed Segment*

Autores: A. L. Atrasas, J. B. Sacomano

Coautores: J. P. de A. Fusco

Orientador: José Benedito Sacomano

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *Anais do POMS 22th Annual Conference*

Local da Publicação: Reno, Nevada, USA

Mês e Ano da Publicação: abril 2011

Total de páginas: 12 p.

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operações

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Planejamento e Controle da Produção e Redes de Empresas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

TOMADA DE DECISÃO PARA SELEÇÃO DOS TESTES DE REGRESSÃO UTILIZANDO LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$

Mario S. Quinello¹, Jair Minoro Abe², Fábio Vieira do Amaral³, Mariano Sérgio P. de Angelo⁴,
Cristina Oliveira⁵, Marcelo Nogueira⁶, Bárbara de Souza Gutierrez⁷

Abstract: During the development cycle of software testing related activities is being developed which seek to mitigate the propagation of errors. Tests can be done at all stages of the development process of software. Tools and methodologies guiding the test teams in order to ensure quality while executing this process, which is relevant in the total project cost. Thus, the challenge is finding ways to increase the efficiency of Software Testing, in particular, regression testing, without further burdening the final costs. Based on this scenario, this paper intends, through the application of Paraconsistent Annotated Logic and Evidential $E\tau$, test analyst to guide the selection of regression tests that are directly affected by the implementation done.

Index Terms: Design, Regression Testing, Paraconsistent Annotated Logic Evidential $E\tau$.

Introdução

Empresas que atuam na produção de softwares e soluções têm como um dos principais desafios se adequarem a mudanças no cenário dos projetos propostos. Assim, para atender a esse mercado em constante mutação e manter os objetivos do negócio, as organizações precisam de estratégias que possam otimizar e dinamizar a execução de novos projetos. Não diferente, o ciclo de vida de cada projeto precisa cumprir o planejamento realizado e seguir à risca a especificação com a qualidade esperada pelo cliente. Desta forma, a busca por ferramentas ou métodos que auxiliem na gestão e na execução dos processos produtivos é fundamental para agregar agilidade e capacidade às organizações que atuam nessa área.

1 Mario da Silva Quinello – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – marioq@itaotec.com

2 Jair Minoro Abe – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – jairabe@uol.com.br

3 Fábio Vieira do Amaral – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – favamaral@gmail.com

4 Mariano Sérgio Pacheco de Ângelo – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – mariano.angelo@ig.com.br

5 Cristina Corrêa de Oliveira – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – crisolive@superig.com.br

6 Marcelo Nogueira – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – marcelo@noginfo.com.br

7 Bárbara de Souza Gutierrez – Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção – UNIP – ba.gutierrez@yahoo.com.br

Dentre os processos de engenharia de software utilizados na produção de soluções, as fases de validação e verificação são responsáveis por boa parte do esforço consumido. O planejamento e a execução da fase de testes procuram aproveitar o esforço determinado pelo projeto da forma mais eficiente possível, utilizando ferramentas e estratégias que possibilitem detectar ao máximo as falhas ou os defeitos que a implementação possa ocasionar. Dentro deste contexto, os testes de regressão para sistemas legados são fundamentais para que a implementação realizada não impacte nas funcionalidades já existentes.

Entretanto, com o decorrer de anos em operação, o escopo dos testes de regressão para sistemas legados é parte mensurável do planejamento desta fase e influencia diretamente no esforço planejado para novas implementações, pois seu crescimento é proporcional ao tempo em que a solução está em produção.

Com isso, no intuito de auxiliar nesta tomada de decisão e ajudar no planejamento desta fase do desenvolvimento, utilizou-se uma ferramenta *freeware* desenvolvida por alunos do curso de pós-graduação em Engenharia de Software da Unip, baseada na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, que ajuda na seleção do melhor escopo de testes (após uma manutenção ou implementação), partindo de um histórico de testes de regressão para determinado software legado.

A título de exemplo, utilizou-se 3 proposições (ou casos de teste) para seleção do TC mais adequado dentro de um histórico de testes de regressão previamente classificados. O critério que defini qual teste precisa ser exercitado é o impacto que a alteração implica no software, quando sob a visão das características que a ISO 9126-1 determina como aspectos de qualidade que o mesmo deve cumprir.

Lógica Paraconsistente

Os primeiros estudos sobre a Lógica Paraconsistente foram definidos pelos trabalhos do polonês S. Jaskowski, em 1948, e objeto de estudo do lógico brasileiro Newton Carneiro Affonso da Costa, em 1954. Da Costa aprofundou seus estudos e desenvolveu aplicações paraconsistentes utilizando todos os níveis lógicos atuais e é visto pela ciência moderna recente como um dos precursores da Lógica Paraconsistente.

Mais recentemente, podemos destacar Jair Minoro Abe, entre outros pesquisadores, que desenvolveu suas pesquisas e sistemas utilizando a LPAE τ para os segmentos da Ciência da Computação, Robótica, Inteligência Artificial, Sistemas Médicos, entre outros.

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ é um ramo da Lógica Paraconsistente que considera proposições e deve ser representada por valores de anotações. Trabalhos anteriores a esse definem sua estrutura teórica, como [2] [3] e [4].

Qualidade de Software – ISO/IEC 9126-1

A ISO/IEC 9126-1 [1] é a norma da família ISO 9000, que propõe os atributos de qualidade que determinado software precisa para atestar sua qualidade.

Estas características estão divididas em 6 grupos, sendo cada um deles descritos na Tabela 1:

TABELA 1 – Fatores da qualidade.

Atributo	Descrição
Funcionalidade	Adequação, acurácia, interoperabilidade, segurança de acesso e conformidade relacionada à funcionalidade
Confiabilidade	Maturidade, tolerância a falhas, recuperabilidade e conformidade relacionada à confiabilidade
Usabilidade	Inteligibilidade, apreensibilidade, operacionalidade, atratividade e conformidade relacionada à usabilidade
Eficiência	Comportamento em relação ao tempo, utilização de recursos e conformidade relacionada à eficiência
Manutenibilidade	Analisabilidade, modificabilidade, estabilidade, testabilidade e conformidade relacionada à manutenibilidade
Portabilidade	Adaptabilidade, capacidade para ser instalado, coexistência, capacidade para substituir e conformidade relacionada à portabilidade

Fonte: NBR ISO 9126-1 (2003).

Algoritmo Para-Analisador

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, LPAE τ , pertence às lógicas não clássicas, permitindo e trabalhando as contradições, valores extremos da falsidade e da verdade. Com essas características, a LPAE τ contrapõe alguns princípios da lógica aristotélica, como o Princípio da

Contradição, negado por Lukasiewicz (1910) e através dos estudos de Nicolai Vasilev (1910 e 1913).

A LPAEτ determina valores que definem o grau de crença (μ) e descrença (λ) como valores de anotação agregados a uma proposição p , sendo que o primeiro representa a evidência favorável, ou crença, e o segundo a evidência favorável, ou descrença [6].

Após definida a proposição p , é necessário identificar os fatores que a influenciarão. Uma vez elencados os fatores, é necessário definir os grupos de especialistas cabíveis aos fatores. Dentro dos grupos são cadastrados os especialistas, e estes responderão os graus de crença e descrença (μ e λ) dos fatores para aplicação do algoritmo para-analisador.

O passo inicial para execução do algoritmo para-analisador é aplicar a maximização OR, que consiste em maximizar os graus de evidência favoráveis (μ) e minimizar os graus de evidência desfavoráveis (λ), considerando o operador lógico OR, conforme a notação abaixo:

$$(\mu_1, \lambda_1) OR (\mu_2, \lambda_2) OR (\mu_3, \lambda_3) = (\max\{\mu_1, \mu_2, \mu_3\}; \min\{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3\})$$

O próximo passo do algoritmo para-analisador é aplicar a minimização AND, que consiste em minimizar os graus de evidência favoráveis (μ) e maximizar os graus de evidência desfavoráveis (λ), considerando o operador lógico AND, conforme a notação abaixo:

$$(\mu_1, \lambda_1) AND (\mu_2, \lambda_2) AND (\mu_3, \lambda_3) = (\min\{\mu_1, \mu_2, \mu_3\}; \max\{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3\})$$

Com base nos valores de maximização e minimização, são calculados o grau de certeza e grau de incerteza de μ e λ .

$$\text{Grau de Certeza: } G_{cer}(\mu \text{ e } \lambda) = \mu - \lambda$$

$$\text{Grau de Incerteza: } G_{inc}(\mu \text{ e } \lambda) = \mu + \lambda - 1$$

Com os resultados dos cálculos de maximização e minimização, o ParaAnalisador.exe fará a análise individual dos fatores e calculará a média, a qual é insumo da apresentação dos resultados e a representação no quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC).

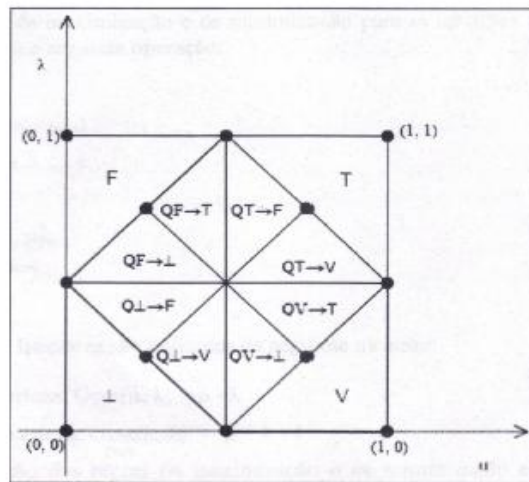


FIGURA 1
Divisão do QUPC em 12 regiões (fonte: Abe, 2009, p.54)

Academicamente, o algoritmo para-analisador utiliza como valores de controle o valor 0,55, podendo o mesmo adotar quaisquer valores que compreendam os limites do QUPC. Desta forma, utilizando o valor 0,55 temos:

$$G_{cer}(\mu \text{ e } \lambda) \geq 0,55 = \textit{Verdadeiro}$$

$$G_{cer}(\mu \text{ e } \lambda) \leq -0,55 = \textit{Falso}$$

$$-0,55 < G_{inc}(\mu \text{ e } \lambda) < 0,55 = \textit{Inconclusivo}$$

Os resultados não conclusivos estão divididos em outros dois estados lógicos extremos:

$$-0,55 < G_{par}(\mu \text{ e } \lambda) \geq 0 = \textit{Paracompleto}$$

$$0 \leq G_{cst} < 0,55 = \textit{Inconsistente}$$

Com isso temos os seguintes estados lógicos não extremos:

$$Q\perp \square \rightarrow \square F \textit{ Quase-Paracompleto tendendo ao Falso}$$

$$Q\perp \square \rightarrow \square V \textit{ Quase-Paracompleto tendendo ao Verdadeiro}$$

$$QT \rightarrow F \textit{ Quase-Inconsistente tendendo ao Falso}$$

$$QT \rightarrow V \textit{ Quase-Inconsistente tendendo ao Verdadeiro}$$

$$QV \rightarrow T \textit{ Quase-Verdadeiro tendendo ao Inconsistente}$$

$$QF \rightarrow T \textit{ Quase-falso tendendo ao Inconsistente}$$

$$QF \rightarrow \perp \textit{ Quase-falso tendendo ao Paracompleto}$$

$$QV \rightarrow \perp \textit{ Quase-verdadeiro tendendo ao Paracompleto}$$

Uma vez estabelecidos o valor de controle e os estados lógicos extremos e não extremos, o algoritmo para-analisador calculará os graus de certeza, incerteza e os estados resultantes de cada proposição.

A Ferramenta ParaAnalisador.Exe

O ParaAnalisador.exe compreende três operações básicas que estão divididas em dados de entrada, processamento do algoritmo para-analisador e apresentação dos resultados. Uma vez respondidos os valores de μ e λ , a ferramenta ParaAnalisador.exe aplicará o algoritmo para-analisador e apresentará dois valores de saída, sendo o primeiro exibido em uma tabela com os resultados da aplicação da maximização, minimização, a média e o resultado da proposição, e o segundo a representação gráfica no quadrante unitário do plano cartesiano (QUPC).

Os valores de entrada de dados são representados:

- Selecionar Proposição: identificar o objeto alvo da análise;
- Definir Fatores: estabelecer os parâmetros para análise;
- Definir Grupos: incluir os grupos dos responsáveis pela análise;
- Definir Especialistas: relacionar todos os responsáveis pelas análises dos fatores;
- Definir as Evidências Favoráveis e Desfavoráveis: cadastrar os resultados das análises dos fatores para as evidências favoráveis (μ) e desfavoráveis (λ).

Após a inclusão dos dados de entrada e o processamento do algoritmo para-analisador, os resultados serão apresentados em duas visões:

- Apresentação: exibição da tabela com os resultados do processamento e a média da proposição analisada;
- Representação Gráfica: gráfico QUPC contendo todos os pontos de μ e λ encontrados, bem como a representação da média em seu respectivo estado lógico.

Estudo de Caso

Para determinar quais TC's são prioritários na execução de uma bateria de testes, serão utilizados os critérios de qualidade da ISO 9126-1 sob o foco da implementação realizada, ou seja, sob a visão de cada especialista, qual o grau de evidência favorável e desfavorável aconselhando a execução do teste em questão.

Conforme citado anteriormente, o escopo de teste de regressão para um software legado é proporcional ao seu tempo em operação. Sendo assim, este estudo de caso é um recorte de um escopo de testes executado em sua totalidade para representação dos resultados alcançados com o ParaAnalisador.exe.

Justificativas dos Fatores

Neste tópico serão definidos os critérios de qualidade baseados na ISO 9126-1 e que servirão como fatores de qualidade que devem ser alcançados através do exercício do testes de regressão (proposição):

Fator 1 – Funcionalidade: O teste deve validar o software, verificando as condições especificadas do ponto de vista do usuário.

Fator 2 – Confiabilidade: O teste deve validar o software, verificando níveis aceitáveis de desempenho nas mais diversas condições de uso sem degradar sua performance.

Fator 3 – Usabilidade: O teste deve validar o software, verificando o quão simples é a curva de aprendizado do software e o quão atraente é sua interface.

Fator 4 – Eficiência: O teste deve avaliar o desempenho do software dentro das condições especificadas.

Fator 5 – Portabilidade: O teste deve validar o software quanto a sua instalação e o funcionamento em diferentes sistemas operacionais e/ou navegadores.

Grupos de Especialistas

Abaixo, os grupos de especialistas considerados para esta análise:

TABELA 2 – Grupos de especialistas.

Grupo	Representante
Grupo A	Desenvolvedor de software nível pleno com conhecimentos em diferentes linguagens de programação e plataformas, bem como conhecimento amplo da aplicação alterada.
Grupo B	Analista de teste com conhecimentos amplo e abrangente das funcionalidades e características do software em teste.
Grupo C	Testador com amplo e abrangente conhecimento das funcionalidades e características do software em teste.

Construindo a Base de Dados

Para formar a base de dados a ser imputada no ParaAnalizador.exe, foram selecionados 3 especialistas, sendo 1 de cada grupo, os quais apontaram os graus de evidências favoráveis (μ) e graus de evidências desfavoráveis (λ) para cada TC submetido à análise.

TABELA 3 – Base de dados para evidência favorável e evidência desfavorável atribuídos pelos especialistas para cada fator da proposição Teste de Regressão 01.

	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 1	Especialista 2
Fator	μ_1	λ_1	μ_2	λ_2	μ_3	λ_3
F1	0,70	0,30	0,50	0,40	0,40	0,50
F2	0,90	0,10	0,50	0,30	0,50	0,40
F3	0,70	0,20	0,70	0,20	0,60	0,30
F4	0,90	0,10	0,60	0,30	0,70	0,20
F5	0,40	0,50	0,70	0,20	0,60	0,30

TABELA 4 – Base de dados para evidência favorável e evidência desfavorável atribuídos pelos especialistas para cada fator da proposição Teste de Regressão 02.

	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 1	Especialista 2
Fator	μ_1	λ_1	μ_2	λ_2	μ_3	λ_3
F1	0,80	0,20	0,70	0,30	0,70	0,20
F2	0,40	0,50	0,70	0,20	0,70	0,30
F3	0,90	0,10	0,90	0,10	0,80	0,10
F4	0,90	0,00	0,80	0,20	0,80	0,10
F5	0,70	0,30	0,70	0,20	0,70	0,20

TABELA 5 – Base de Dados para evidência favorável e evidência desfavorável atribuídos pelos especialistas para cada fator da proposição Teste de Regressão 03.

	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
	Especialista 1		Especialista 2		Especialista 3	
Fator	μ_1	λ_1	μ_2	λ_2	μ_3	λ_3
F1	0,80	0,20	0,70	0,30	0,70	0,20
F2	0,70	0,20	0,70	0,20	0,70	0,30
F3	0,90	0,10	0,90	0,10	0,90	0,10
F4	0,90	0,00	0,90	0,10	0,80	0,10
F5	0,80	0,20	0,70	0,30	0,70	0,20

A aplicação das regras de maximização e de minimização para as opiniões dos especialistas está representada nas figuras abaixo, sendo estas operações calculadas e apresentadas através da ferramenta ParaAnalizador.exe:

FIGURA 6 – Resultado dos fatores da proposição Teste de Regressão 01.

Fatores	Mi	Lambda	Certeza	Incerteza	Para Estados
F1	40	90	10 %	10 %	Q->M Quase Falso tendendo a Paracompleto
F2	50	40	10 %	10 %	Q->V Quase Paracompleto tendendo a Verdadeiro
F3	60	30	30 %	10 %	Q->V Quase Verdadeiro tendendo a Paracompleto
F4	60	30	30 %	10 %	Q->M Quase Verdadeiro tendendo a Paracompleto
F5	40	90	10 %	10 %	Q->M Quase Falso tendendo a Paracompleto
Média	50	40	10 %	10 %	Q->V Quase Paracompleto tendendo a Verdadeiro

FIGURA 7 – Resultado dos fatores da proposição Teste de Regressão 02.

Fatores	Mi	Lambda	Certeza	Incerteza	Para Estados
F1	70	30	40 %	0 %	Q->V Quase Verdadeiro tendendo a Inconsistente
F2	40	90	10 %	10 %	Q->M Quase Falso tendendo a Paracompleto
F3	80	10	70 %	10 %	V Verdadeiro
F4	80	20	60 %	0 %	V Verdadeiro
F5	70	30	40 %	0 %	Q->V Quase Verdadeiro tendendo a Inconsistente
Média	68	28	40 %	4 %	Q->V Quase Verdadeiro tendendo a Paracompleto

FIGURA 8 – Resultado dos fatores da proposição Teste de Regressão 03.

Fatores	Mi	Lambda	Certeza	Incerteza	Para Estados
F1	70	30	40 %	0 %	Q->V Quase Verdadeiro tendendo a Inconsistente
F2	70	30	40 %	0 %	Q->V Quase Verdadeiro tendendo a Inconsistente
F3	90	10	90 %	0 %	V Verdadeiro
F4	80	10	70 %	10 %	V Verdadeiro
F5	70	30	40 %	0 %	Q->V Quase Verdadeiro tendendo a Inconsistente
Média	76	22	54 %	2 %	V Verdadeiro

Análise dos Resultados

A partir do resultado da análise dos fatores pelo ParaAnalizador.exe, é gerada a representação no quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC), o qual apresenta os 12 estados lógicos propostos pela LPAE τ .

Os valores dos limites externos e arbitrários estabelecidos para cada proposição é de 0,55, sendo que, para considerar a proposição verdadeira, o valor do grau de certeza deverá ser \geq a 0,55; caso o grau de certeza seja \leq a -0,55, considera-se a proposição como falsa. Com o grau de certeza situado entre -0,55 e 0,55 a proposição se mostra inconclusiva. Os valores analisados pela ferramenta serão representados no quadro unitário do plano cartesiano (QUPC).

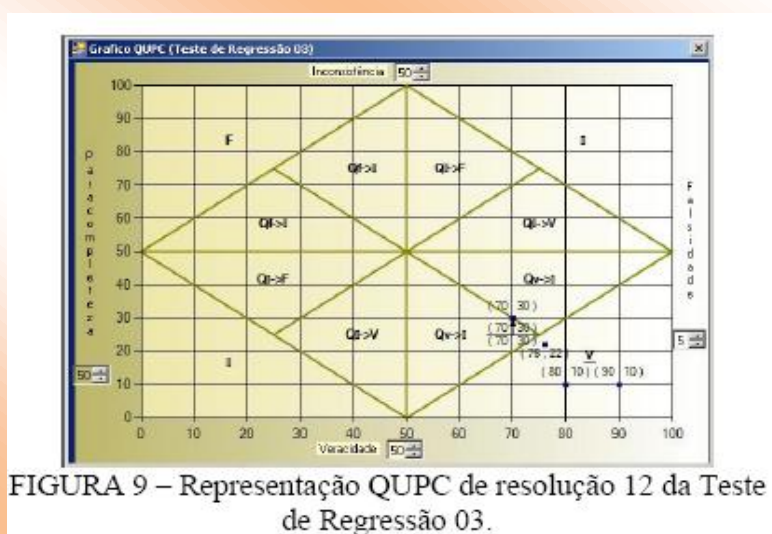


FIGURA 9 – Representação QUPC de resolução 12 da Teste de Regressão 03.

Com base na análise do QUPC, conclui-se que com os valores 0,76 e 0,22 temos um estado lógico resultante VERDADEIRO para a proposição Teste de Regressão 03, sendo uma decisão com 54% de evidência favorável (CERTEZA) e apenas 2% de evidência desfavorável (INCERTEZA).

Considerações Finais

Com esta análise, constatou-se que a ferramenta ParaAnalizador.exe, baseada na Lógica Paraconsistente

Anotada Evidencial E τ , representa uma alternativa para o tratamento de incertezas e inconsistências. Além disso, com esta nova lógica, foram evidenciadas sua alta confiança e presteza quando no tratamento ágil de situações antes decididas através do empirismo. Para estudos futuros é fundamental aplicar esta metodologia a outros domínios que necessitem de uma tomada de decisão concisa e eficiente.

Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9126-1**: Engenharia de software – Qualidade de produto – Parte 1: Modelo de qualidade. 2003.
- [2] DA COSTA, N. C. A.; ABE, J. M.; MUROLO, A. C.; DA SILVA FILHO, J. I.; LEITE, C. F. S. **Lógica Paraconsistente Aplicada**. São Paulo: Atlas, 1999.
- [3] DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Introdução a Lógica Paraconsistente Anotada com ilustrações**. São Paulo: Emmy, p.166, ISBN 85.9015.971-X, 2000.
- [4] DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Fundamentos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes destacando aplicações em Neurocomputação**. São Paulo: Arte & Ciência, p. 298, ISBN 85.7473.042-4, 2001.
- [5] NOGUEIRA, M. **Engenharia de software. Um framework para a gestão de riscos em projetos de software**. São Paulo: Ciência Moderna, 2009.
- [6] CELESTINO, U.; ABE, J. M. **Avaliação da qualidade de produto de software utilizando Lógica Paraconsistente Anotada: estudo de caso com software ERP**. INGEPRO, Rio Grande do Sul, Vol. 1, No 4, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.ingepro.com.br/index.php/ingepro/article/view/65/61>>.
- [8] PAULA FILHO, W. DE P. **Engenharia de Software: Fundamentos, métodos e padrões**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- [9] MOLINARI, L. **Inovação e automação de testes de software**. São Paulo: Érica, 2010.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Tomada de Decisão para Seleção dos Testes de Regressão Utilizando Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et

Autores: M. S. Quinello; J. M. Abe; F. V. Amaral; M. S. P Angelo; C. C. Oliveira; M. Nogueira; B.S. Gutierrez

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *VII International Conference on Engineering and Computer Education, ICECE 2011*

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 182-186

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***THE SENSING SYSTEM FOR THE AUTONOMOUS
MOBILE ROBOT EMMY III***

Cláudio Rodrigo Torres

Faculdade de Exatas e Tecnologia
Universidade Metodista de São Paulo
São Bernardo do Campo, Brazil
c.r.t@uol.com.br

Jair Minoro Abe

Paulista University – UNIP
São Paulo, Brazil

Germano Lambert-Torres

Artificial Intelligence Application Group – GAIA
Federal University of Itajubá
Itajubá, Brazil

João Inácio da Silva Filho

Universidade Santa Cecília – UNISANTA
Santos, Brazil

Abstract: This paper shows the results of the sensing system which was designed for the autonomous mobile robot Emmy III. The proposed Sensing System has as its main part the Paraconsistent Neural Network. This artificial neural network is based on the Paraconsistent Evidential Logics – Et . The objective of the Sensing System is to inform the other robot components about the obstacle position. The reached results have been satisfactory.

Paraconsistent Neural Network; Paraconsistent Logics; Autonomous Mobile Robot; Sensing System.

I. Introduction

This article describes the Emmy III robot architecture emphasizing the sensing system of the robot [1]. The Emmy III robot is designed to achieve a set point in an environment which is divided into

coordinates [2]. The Emmy III robot may be considered as a system divided into three other subsystems:

the Planning Subsystem, the Sensing Subsystem and the Mechanical Subsystem.

The Planning Subsystem is responsible for generating the sequence of movements the robot must perform to achieve a set point. The Sensing Subsystem has the objective of informing the Planning Subsystem about the position of obstacles; and the Mechanical Subsystem is the robot itself, it means, the mobile mechanical platform which carries all devices away from the other subsystems. This platform must also perform the sequence of movements which are borne by the Planning Subsystem.

The Planning Subsystem and the Sensing Subsystem have already been implemented, but the Mechanical Subsystem has not been implemented yet.

The Sensing Subsystem uses the Paraconsistent Artificial Neural Network [3] and [4]. This artificial neural network is based on the Paraconsistent Evidential Logics – $E\tau$.

It is described some concepts about the Paraconsistent Evidential Logics – $E\tau$ in the next section.

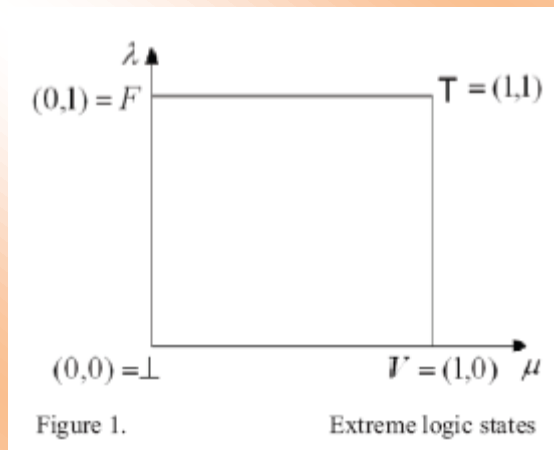
II. Paraconsistent Evidential Logics

The Paraconsistent Evidential Logics – $E\tau$ [5] is a type of paraconsistent logic in which there may be a Favorable Evidence Degree - μ and a Contrary Evidence Degree - λ in each analyzed sentence.

The Favorable Evidence Degree (μ) is a value between 0 and 1 that represents the favorable evidence in which the sentence is true.

The Contrary Evidence Degree (λ) is a value between 0 and 1 that represents the contrary evidence in which the sentence is true.

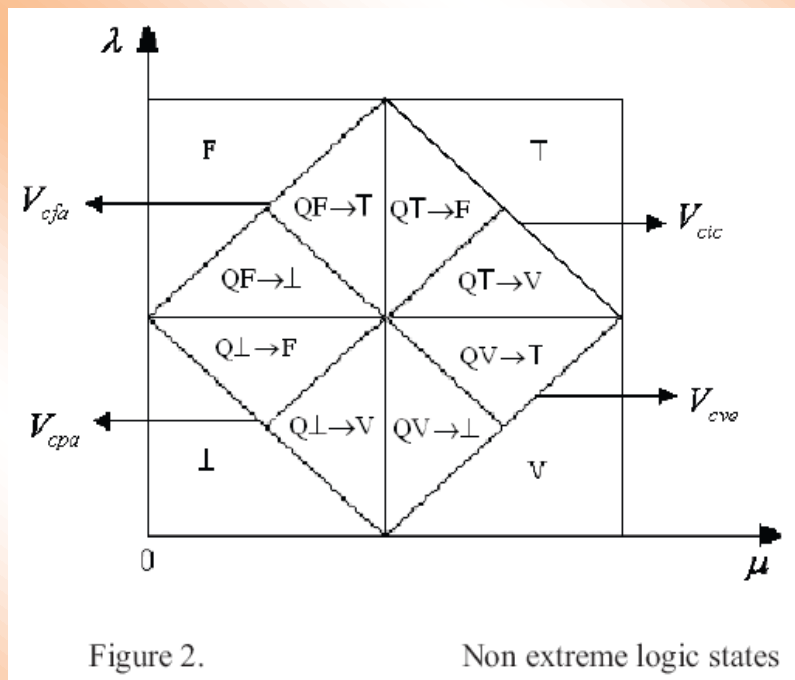
Through the Favorable and Contrary Degrees it is possible to represent the four extreme logic states, as shown in the figure 1.



The four extreme logic states are:

- True (V)
- False (F)
- Paracomplete (\perp)
- Inconsistent (T)

In [6] it is proposed the Paralyzer Algorithm. By this algorithm it is also possible to represent the non-extreme logic state. The figure 2 shows this.



The eight non-extreme logic states are:

- Quasi-true tending to Inconsistent - $QV \rightarrow T$
- Quasi-true tending to Paracomplete - $QV \rightarrow \perp$
- Quasi-false tending to Inconsistent - $QF \rightarrow T$
- Quasi-false tending to Paracomplete - $QF \rightarrow \perp$
- Quasi-inconsistent tending to True - $QT \rightarrow V$
- Quasi-inconsistent tending to False - $QT \rightarrow F$
- Quasi-paracomplete tending to True - $Q\perp \rightarrow V$
- Quasi-paracomplete tending to False - $Q\perp \rightarrow F$

The Uncertainty Degree: $G_{un}(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1$ and the Certainty Degree:

$$G_c(\mu, \lambda) = \mu - \lambda \quad (0 \leq \mu, \lambda \leq 1)$$

Some additional control values are:

- V_{cic} = maximum value of uncertainty control
- V_{cve} = maximum value of certainty control
- V_{cpa} = minimum value of uncertainty control
- V_{cfa} = minimum value of certainty control

In the next section we describe the proposed sensing system.

III. Sensing System

The sensing system is a set of electronic components and softwares responsible for analyzing the environment around the robot and detecting the obstacle positions. After that, it must inform the other components of the robot the position of the obstacles.

The sensing system may get information from any type of sensor. It is shown in this paper a sensing system able to deal with information from just one ultrasonic sensor. But, if there is more than one sensor in the robot, it is possible to build a sensing system similar to the one shown here for each sensor.

In [7] it is presented a method of robot perception and world's modeling that uses a probabilistic tessellated representation of spatial information called the Occupancy Grid. It is proposed here a similar method, but instead of using probabilistic representation, it is used the Paraconsistent Evidential Logic Et.

The proposed sensing system aims to generate a Favorable Evidence Degree in each environment position. The Favorable Evidence Degree is related to the sentence: there is obstacle in the analyzed position.

The sensing system is divided into two parts. The first part is responsible for receiving the data from the sensors and sending information to the second part of the system. And the second part is the Paraconsistent Artificial Neural Network itself. The figure 3 shows this idea.

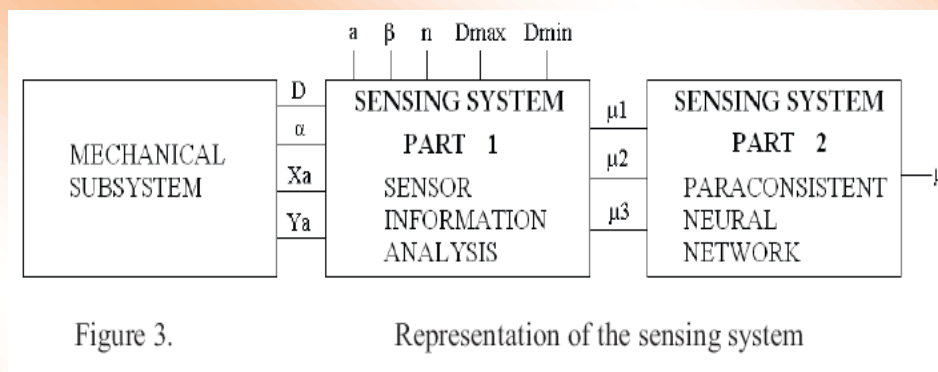


Figure 3. Representation of the sensing system

The proposed sensing system is prepared to receive data from ultrasonic sensors. The robot sensors are on the Mechanical Subsystem. So, this subsystem must treat the data generated by the sensors and send information to the first part of the Sensing Subsystem. The data the Mechanical Subsystem must send to the first part of the Sensing Subsystem are: D , α , X_a and Y_a .

a) The distance between the sensor and the obstacle (D).

b) The angle between the horizontal axis of the environment and the direction to the front of the sensor (α). The figure 4 shows the angle α .

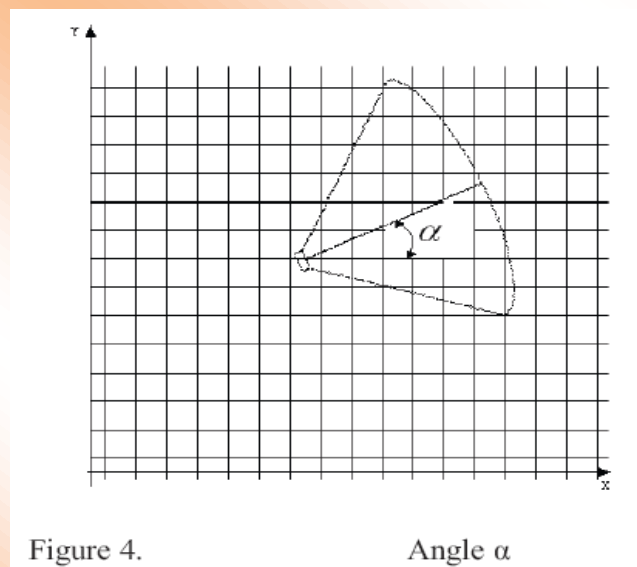
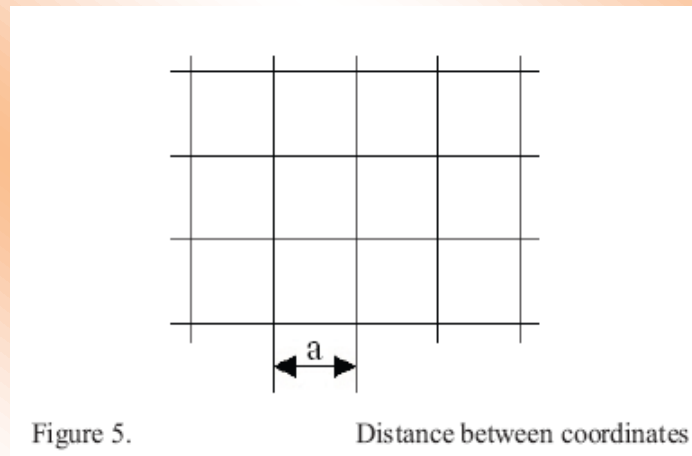


Figure 4. Angle α

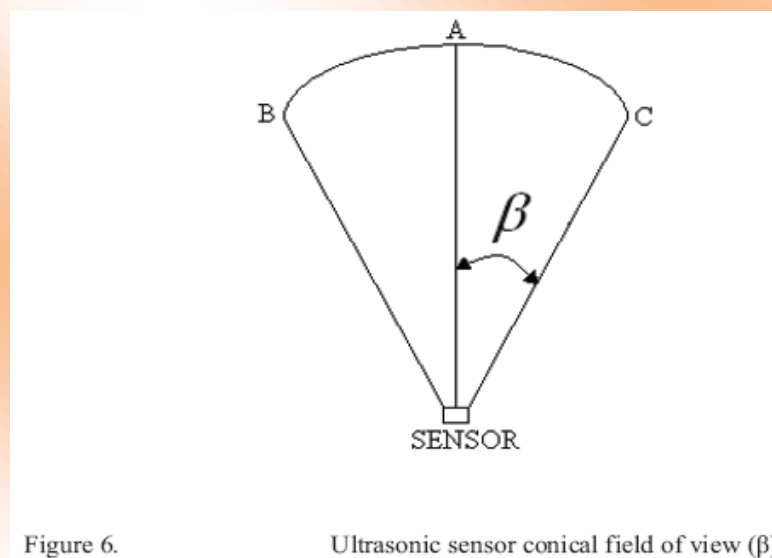
c) The coordinate where the robot is (X_a , Y_a).

In the first part of the Sensing Subsystem there are also some configuration parameters. They are:

a) The distance between the environment coordinates (a). The figure 5 shows this.



a) The angle of the ultrasonic sensor conical field of view (β). The figure 6 shows this.



a) The number of positions on the arch BC, shown in the figure 6, considered by the system (n).

b) The maximum distance measured by the sensor which the system considers (D_{max}).

c) The minimum distance measured by the sensor which the system considers (D_{min}).

The first part of the Sensing System generates three Favorable Evidence Degree, μ_1 , μ_2 and μ_3 .

The Favorable Evidence Degree μ_1 is related to the distance between the sensor and the obstacle. The nearer the obstacle is to the sensor the bigger μ_1 value is.

The Favorable Evidence Degree μ_2 is related to the coordinate position on the arch AC shown in the figure 6. As the analyzed coordinate is near to the point A as bigger is μ_2 value. And as the analyzed coordinate is near to the points A and C, as smaller is the μ_2 value. The inspiration of this idea comes from [8] which says that the probability of the obstacle be near to the point A is high. And this probability decreases as we analyze the region near to the points B and C.

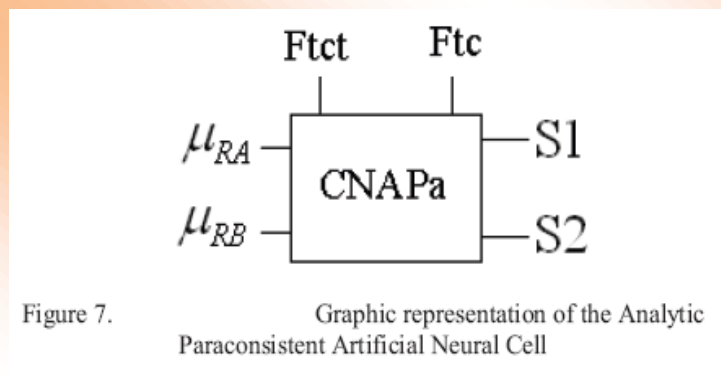
Eventually, the Favorable Evidence Degree μ_3 is the previous value of the coordinate Favorable Evidence Degree.

IV. Paraconsistent Artificial Neural Network

The Sensing Subsystem neural network of the robot is composed of two types of cells: Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPa and Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell - CNAPpa. In the follow it is described the cells.

A. Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell - CNAPa

This cell has two in-puts (μ_{RA} and μ_{RB}) and two out-puts (S1 and S2). Also there are two configuration parameter inputs (Ftct and Ftc). The figure 7 shows the graphic representation of this cell.



The in-put evidence degrees are:

μ_{RA} , such as: $0 \leq \mu_{RA} \leq 1$

μ_{RB} , such as: $0 \leq \mu_{RB} \leq 1$

There are also two control values:

Contradiction Tolerance Factor – Ft_{ct}, such as: $0 \leq Ft_{ct} \leq 1$

Certainty Tolerance Factor – Ft_c, such as: $0 \leq Ft_c \leq 1$

The Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPa has two out-puts. The out-put 1 (S1) is the Resultant Evidence Degree - μ_E .

$$\mu_E, \text{ such as: } 0 \leq \mu_E \leq 1$$

The out-put 2 (S2) is the Resultant Evidence Interval – φ_E .

$$\varphi_E, \text{ such as: } 0 \leq \varphi_E \leq 1$$

The Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell calculates the maximum value of certainty - V_{cve} , the minimum value of certainty control - V_{cfa} , the maximum value of uncertainty control - V_{cic} and the minimum value of uncertainty control - V_{cpa} by this way:

$$V_{cve} = \frac{1 + Ft_c}{2} \quad (1)$$

$$V_{cfa} = \frac{1 - Ft_c}{2} \quad (2)$$

$$V_{cic} = \frac{1 + Ft_{ct}}{2} \quad (3)$$

$$V_{cpa} = \frac{1 - Ft_{ct}}{2} \quad (4)$$

The Resultant Evidence Degree – μ_E , is determined in this way:

$$\mu_E = \frac{G_c + 1}{2} \quad (5)$$

As $G_c = \mu - \lambda$:

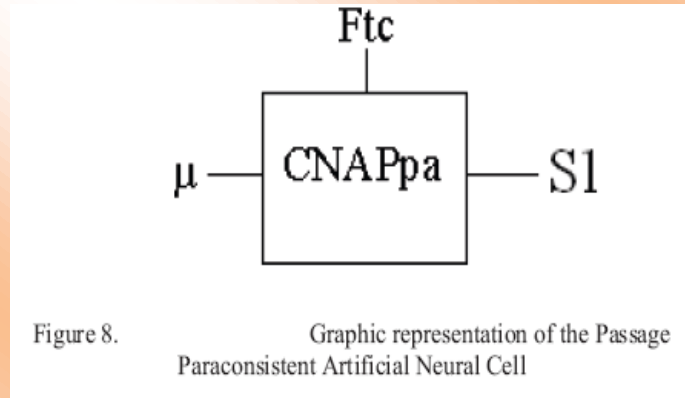
$$\mu_E = \frac{\mu - \lambda + 1}{2} \quad (6)$$

It is called as Certainty Interval (φ) the Certainty Degree interval that can be modified without changing the Uncertainty Degree value. This value is determined in this way.

$$\varphi = 1 - |G_{ct}| \quad (7)$$

B. Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell - CNAPpa

The Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPpa has one in-put (μ), one out-put (S1) and one parameter control in-put (Ftc). The figure 8 shows the graphic representation of CNAPpa.



The in-put is the Favorable Evidence Degree (μ).

μ , such as: $0 \leq \mu \leq 1$

The value of the out-put S1 is the same as the in-put μ . But, the out-put value may be limited through the parameter control in-put Ftc.

The Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell calculates the maximum value of certainty - V_{cve} and the minimum value of certainty control - V_{cfa} by this way:

$$V_{cve} = \frac{1+Ft_c}{2} \quad (1)$$

$$V_{cfa} = \frac{1-Ft_c}{2} \quad (2)$$

It also determines the Resultant Evidence Degree - μ_E by this way:

$$\mu_E = \frac{\mu - \lambda + 1}{2} \quad (6)$$

$$\lambda = 1 - \mu \quad (8)$$

The out-put S1 assumes the same value as in the in-put " when the follow situation is true:

$$[(V_{cve} \leq \mu_E) \text{ OR } (\mu_E \leq V_{cfa})]$$

Otherwise, S1 is 0,5.

C. Paraconsistent Artificial Neural Architecture

It is possible to see in the figure 9 the chosen Paraconsistent Neural Network Architecture for the Sensing Subsystem.

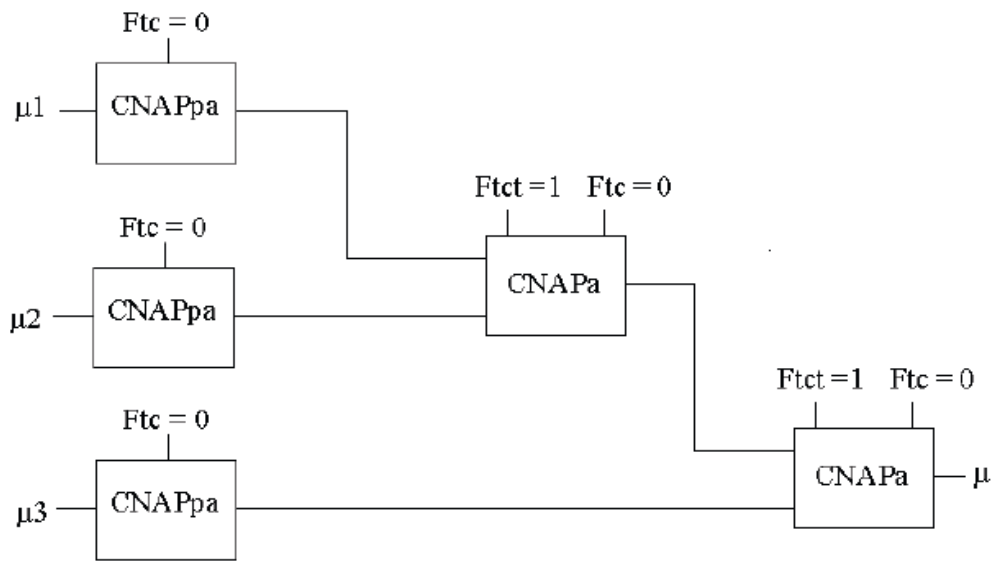


Figure 9. The chosen Paraconsistent Neural Network Architecture for the Sensing System

V. Reached Results

The Sensing System has been tested by simulating its inputs and analyzing the database generated. The database stores the Favorable Evidence Degree in each environment position analyzed. It is shown here the result of three tests. The information from one ultrasonic sensor was considered as the Sensing System in-puts.

A. First test

The configuration parameters of this test were the following. The distance between the environment coordinates (α): 10. The angle of the ultrasonic sensor conical field of view (β): 30. The number of positions on the arch of the sensor conical field of view considered by the system (n): 10. The maximum distance measured by the sensor which the system considers (D_{max}): 800. The minimum distance measured by the sensor which the system considers (D_{min}): 8.

The Mechanical Subsystem treats the data from the sensors and generates the Sensing Subsystem in-puts. It was needed to simulate the Sensing Subsystem in-puts because the Mechanical Subsystem has not been implemented yet.

Thus, the simulated Sensing Subsystem data were the ones described in the follow. The distance between the sensor and the obstacle (D): 200. The angle between the horizontal axis of the

environment and the direction to the front of the sensor (α): 30. The coordinate where the robot is (X_a, Y_a): (0, 0).

It was simulated the first measuring of the sensor, then, μ_3 initially was 0.

It is shown in the figure 10 the representation of the coordinates in which the Sensing System considered to have obstacles in. Summarizing, the figure 10 is a graphical representation of the database generated by the Sensing Subsystem.

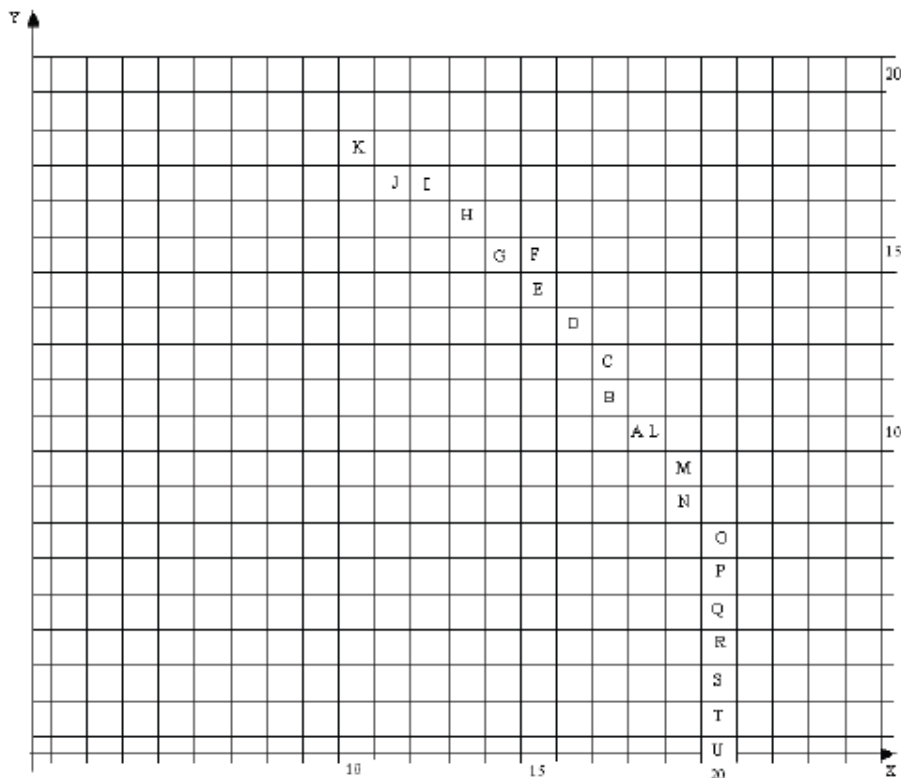


Figure 10. The graphical representation of the database generated by the first test of the Sensing Subsystem.

The analyzed coordinates and their Favorable Evidence Degree are shown in the table 1.

TABLE I. RESULTS OF THE FIRST TEST

Coordinate	μ
A (18,10)	0.438
B (17,11)	0.413
C (17,12)	0.388
D (16,13)	0.363
E (15,14)	0.338
F (15,15)	0.313
G (14,15)	0.288
H (13,16)	0.263
I (12,17)	0.238
J (11,17)	0.213
K (10,18)	0.188
L (18,10)	0.413
M (19,9)	0.388
N (19,8)	0.363
O (20,7)	0.338
P (20,6)	0.313
Q (20,5)	0.288
R (20,4)	0.263
S (20,3)	0.238
T (20,2)	0.213
U (20,0)	0.188

B. *Second test*

The configuration parameters of this test were the same as the ones from the first test.

The simulated Sensing Subsystem data were the ones described in the follow. The distance between the sensor and the obstacle (D): 400. The angle between the horizontal axis of the environment and the direction to the front of the sensor (α): 45. The coordinate where the robot is (X_a, Y_a): (0, 0).

It was simulated the first measuring of the sensor, then, μ_3 was initially 0.

It is shown in the figure 11 the graphical representation of the database generated by the Sensing Subsystem.

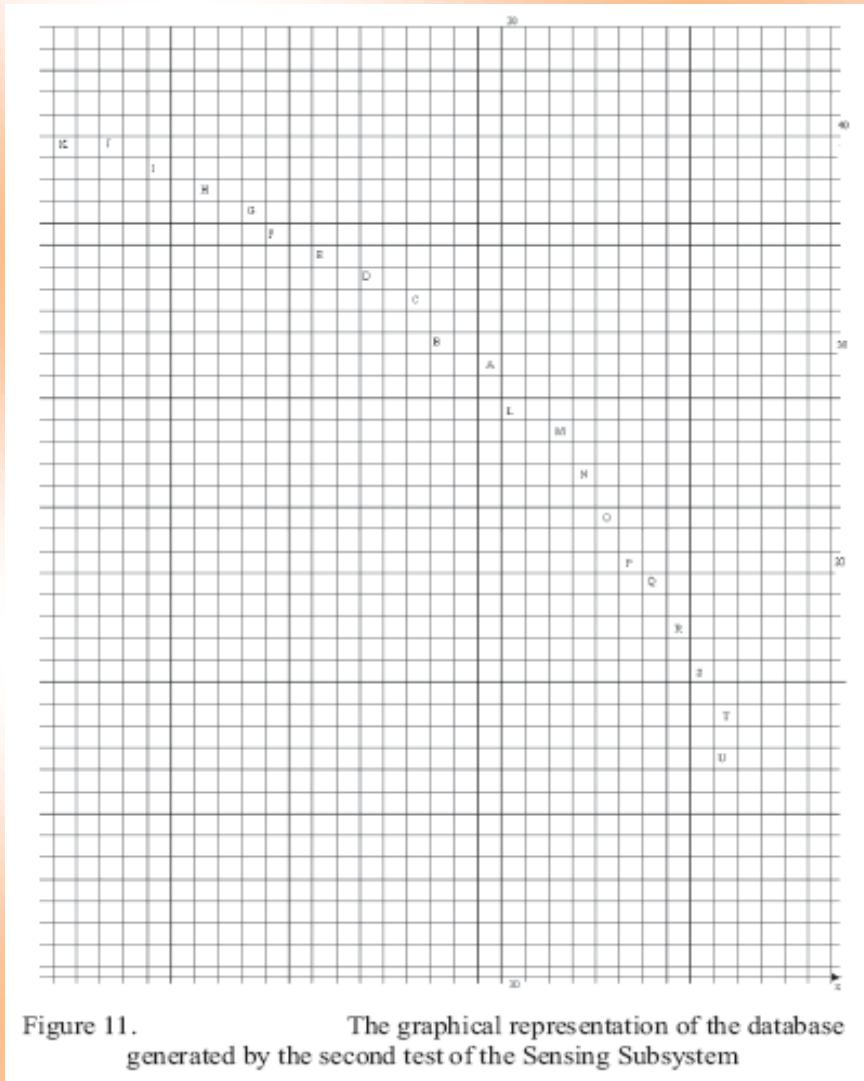


Figure 11. The graphical representation of the database generated by the second test of the Sensing Subsystem

The analyzed coordinates and their Favorable Evidence Degree are shown in the table 2.

TABLE II. RESULTS OF THE SECOND TEST	
Coordinate	μ
A (29,29)	0.375
B (27,30)	0.35
C (26,32)	0.325
D (24,33)	0.3
E (22,34)	0.275
F (20,35)	0.25
G (19,36)	0.225
H (17,37)	0.2
I (15,38)	0.175
J (13,39)	0.15
K (11,39)	0.125
L (30,27)	0.35
M (32,26)	0.325
N (33,24)	0.3
O (34,22)	0.275
P (35,20)	0.25
Q (36,19)	0.225
R (37,17)	0.2
S (38,15)	0.175
T (39,13)	0.15
U (39,11)	0.125

C. Third Test

The configuration parameters and the Sensing Subsystem data were the same ones of the second test, then; the analyzed coordinates were the same as the second test. The third test has been done just after the second, therefore, their Favorable Evidence Degree were different from the second test because

μ_3 was the Favorable Evidence Degree generated by the second test.

The analyzed coordinates and their Favorable Evidence Degree are shown in the table 3.

Coordinate	μ
A (29,29)	0.565
B (27,30)	0.525
C (26,32)	0.49
D (24,33)	0.45
E (22,34)	0.415
F (20,35)	0.375
G (19,36)	0.34
H (17,37)	0.3
I (15,38)	0.265
J (13,39)	0.225
K (11,39)	0.19
L (30,27)	0.525
M (32,26)	0.49
N (33,24)	0.45
O (34,22)	0.415
P (35,20)	0.375
Q (36,19)	0.34
R (37,17)	0.3
S (38,15)	0.265
T (39,13)	0.225
U (39,11)	0.19

If it is considered the sequence of positions from K to U as an arch in the three tests, it is perceived that the Favorable Evidence Degree (μ) decreases as the coordinate is farther distant from the center of the arch. It means that the system is working as desired.

VI. Conclusions

This paper presents a proposal for the autonomous mobile robot Emmy III. This robot is composed of three modules: Sensing Subsystem, Planning Subsystem and Mechanical Subsystem. The Mechanical Subsystem has not been implemented yet. It is emphasized here the Sensing Subsystem.

The aim of the Sensing Subsystem is to inform the Planning Subsystem about the positions in which obstacles may happen. It considers the environment divided into coordinates.

The Sensing Subsystem is based on the Paraconsistent Artificial Neural Network. The Sensing Subsystem neural network is composed of two types of cells: Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPa and Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell - CNAPpa.

The out-put of the Sensing Subsystem is the Favorable Evidence Degree related to the statement: there is an obstacle in the position. In fact, the Sensing Subsystem generates a database with the Favorable Evidence Degree for each analyzed coordinate.

Some tests have been made with the Sensing Subsystem. The reached results are satisfactory.

The next step is the implementation of the Mechanical Subsystem and the connection of the three subsystems.

References

- [1] C. R. Torres, J. M. Abe, G. Lambert-Torres, J. I. da Silva Filho, H. G. Martins. A sensing system for an autonomous mobile robot based on the paraconsistent artificial neural network. *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, v. 6278, p. 154-163.
- [2] C. R. Torres, “Sistema inteligente baseado na lógica paraconsistente anotada Et para controle e navegação de robôs móveis autônomos em um ambiente não estruturado”, in Portuguese, Ph. D. Thesis, Federal University of Itajubá, Itajubá, MG, Brazil, 2010.
- [3] J. I. da Silva Filho, J. M. Abe, G. Lambert-Torres “Inteligência artificial com redes de análises paraconsistentes: teoria e aplicação”, in Portuguese. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- [4] J. I. da Silva Filho, G. Lambert-Torres, J. M. Abe, Uncertainty treatment using paraconsistent logic. 1. ed. Amsterdam: IOS Press, 2010. v. 1. 311 p.
- [5] J. M. Abe, “Fundamentos da lógica anotada” (Foundations of Annotated Logics), in Portuguese, Ph. D. Thesis, University of São Paulo, São Paulo, 1992.
- [6] J. I. da Silva Filho, “Metodos de Aplicacoes da Logica Paraconsistente Anotada de Anotação com Dois Valores LPA2v com Construção de Algoritmo e Implementacao de Circuitos Eletronicos”, in Portuguese, Ph. D. Thesis, University of São Paulo, São Paulo, 1999.
- [7] A. Elfes, Using occupancy grids for mobile robot perception and navigation, *Comp. Mag.*, vol. 22, No. 6, pp. 46-57, June 1989.
- [8] J. Borenstein & Y. Koren, The vector field histogram: fast obstacle avoidance for mobile robots. *IEEE Journal of Robotics and Automation*. v. 7, p. 278-288, jun. de 1991.

Tipo de Produção: Anais impresso

Título do Texto: *The Sensing System for the Autonomous Mobile Robot Emmy III*

Autores: C.R. Torres; J. M. Abe, G. L. Torres; J. I. da Silva Filho

Título do Meio de Publicação: *Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2011)*

Local da Publicação: Taipei, Taiwan

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: IEEE

Edição: 1

Página inicial e página final: 82-92

ISSN: 1098-7584

ISBN: 978-1-4244-7315-1

Digital Object Identifier: 10.1109/FUZZY.2011.6007529

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

**UMA FERRAMENTA DE APOIO AO DIAGNÓSTICO DA DEPRESSÃO UTILIZANDO
LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$
E RACIOCÍNIO BASEADO EM CASO**

Cristina Corrêa de Oliveira – Unip – crisolive@ig.com.br

Nelio Fernando dos Reis – Unip – nelio.reis@aesapar.com

Jair Minoro Abe – Unip – jairabe@uol.com.br

Paulo Ramirez – Fatec-ZL – pramirez@uol.com.br

Jose Abel de Andrade Baptista – Fatec-ZL – abel_baptista@yahoo.com.br

Resumo: Depressão ou transtorno de humor é uma variação do humor que afeta as pessoas principalmente na idade adulta, prejudicando a qualidade de vida da população economicamente ativa, o que torna a doença onerosa com a incapacitação do indivíduo, levando 38,5% das pessoas com depressão ao suicídio. O diagnóstico da depressão depende das categorias e das manifestações de determinados sintomas, o que torna seu diagnóstico e tratamento complexos. Raciocínio Baseado em Casos (CBR) é uma técnica da inteligência artificial (AI) amplamente utilizada na área da saúde para construção de sistemas especialistas de apoio a decisão, como sistemas de diagnóstico, que permite aperfeiçoar o diagnóstico utilizando casos armazenados e comparando-os com o atual. Esta técnica é indicada quando há incompleteza e imprecisão, e, principalmente, contradições em maior ou menor grau das informações, e quando se utiliza similaridades na busca. A medida de similaridade utiliza um modelo matemático para determinar o grau de similaridade resultando numa medida numérica de distância ou similaridade. A lógica paraconsistente permite o tratamento do Conhecimento Incerto, que é discutível e que trata graus de certeza e incertezas utilizando quatro estados lógicos (verdadeiro, falso, inconsistente e indeterminado). A lógica paraconsistente permite analisar os graus de evidências, ou similaridades, entre os sintomas e patologia da depressão, quantificando a subjetividade dos sintomas e determinando a similaridade da apresentação feita pelo paciente com a base de casos. Este artigo propõe o uso da lógica paraconsistente para construção de um sistema de apoio a decisão combinando lógica paraconsistente no tratamento de similaridades entre os casos para diagnóstico de depressão.

Palavras-chave: Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, Raciocínio Baseado em Casos, Inteligencia Artificial

1. Introdução

A Inteligência Artificial simula as características associadas ao comportamento humano como aprendizado, resolução de problemas complexos e raciocínio; abrangendo diversas técnicas nas soluções de problemas como otimização, sistemas de apoio à tomada de decisão.

Muitas vezes a Inteligência Artificial se depara com dados incompletos ou mesmo contraditórios e para isso faz-se necessária a utilização de uma lógica, alternativa a clássica, que permita trabalhar com informações contraditórias.

Para a construção de sistemas especialistas, como sistemas diagnósticos médicos (RAZZOUK, 2000), faz-se necessário o uso de técnicas que apresentem soluções para novos problemas utilizando problemas anteriores.

O RBC, uma técnica da inteligência artificial, auxilia a construção de sistemas capazes de resolver novos problemas (BOGAERTS; LEAKE, 2004) utilizando problemas armazenados em uma base de casos. Essa base de caso representa o conhecimento extraído de especialistas. Porém, o conhecimento, representado no caso, é fragmentado e muitas vezes incompleto, e para apresentar soluções, o RBC deve adaptar as soluções para as novas necessidades. A adaptação da solução, questão essencial para o bom funcionamento do RBC, é a busca de casos semelhantes utilizando a similaridade entre casos. A escolha da solução deve ser então armazenada na base de casos, pois futuramente será utilizada para novas soluções.

A técnica mais utilizada na similaridade é o cálculo de distância geométrica onde casos são vistos como pontos em um espaço multidimensional e a escolha recai no vizinho geometricamente mais próximo do caso atual. Funções ponderadas são utilizadas no cálculo da distância, pois atributos do caso podem ser mais importante que outros ou mesmo dados podem ser incompletos e faz-se necessária uma normalização dos atributos ou mesmo uma determinação dos valores faltantes utilizando técnicas otimistas ou pessimistas. A recuperação de soluções similares para os problemas pode envolver com frequência informações imprecisas, paracompletas e, principalmente, contraditórias, em maior ou menor grau, das informações utilizadas na busca.

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ (Lógica $E\tau$) tem como objetivo o tratamento do conhecimento incerto, que é discutível e tem associado a ele uma medida de incerteza (DA COSTA, 1999). Esse artigo propõe o uso da Lógica Paraconsistente Anotada na busca de casos que apresentem descrições parciais utilizando a similaridade entre os casos.

2. Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et

Sistemas de controle são obrigados a tratar situações do mundo real onde as informações, muitas vezes, estão impregnadas de ruídos, conferindo a estas um certo grau de incerteza.

As informações obtidas em condições não ideais devem ter um tratamento específico, pois o conhecimento incerto tem associado a ele uma medida de incerteza.

A aplicação da Lógica Et tem como principal objetivo implementar sistemas de controle computadorizado que permitam manipular o conhecimento incerto e que até podem ser inconsistentes. A Lógica Et trata as premissas como evidências parciais, resultando numa análise que leva em consideração o grau de credibilidade ou crença de que as premissas conferem à conclusão. Ela apresenta características de uma Lógica Evidencial na qual as anotações são consideradas como graus de evidência favorável ou graus de evidência desfavorável, e as análises levam em consideração os valores das informações produzidas por fontes reais e incertas.

Muitas vezes, a contradição é removida do domínio para não contaminar o conjunto de dados, ou recebe um tratamento à parte como melhoramento de dados ou dispositivos de seleção extralógicos. Entretanto, a contradição é uma fonte de informação que, muitas vezes, é decisiva, pois é o encontro das vertentes verdadeiro e falso, conforme Fig. 1. A Lógica Et constitui uma lógica não clássica (DA SILVA FILHO, 1999) que aceita e trata contradições e admite outros estados lógicos entre os extremos da falsidade e da verdade, de modo não trivial em seu interior. Dessa forma, com as noções de Verdadeiro e Falso, são consideradas a existência de Inconsistência e Paracompleteza.

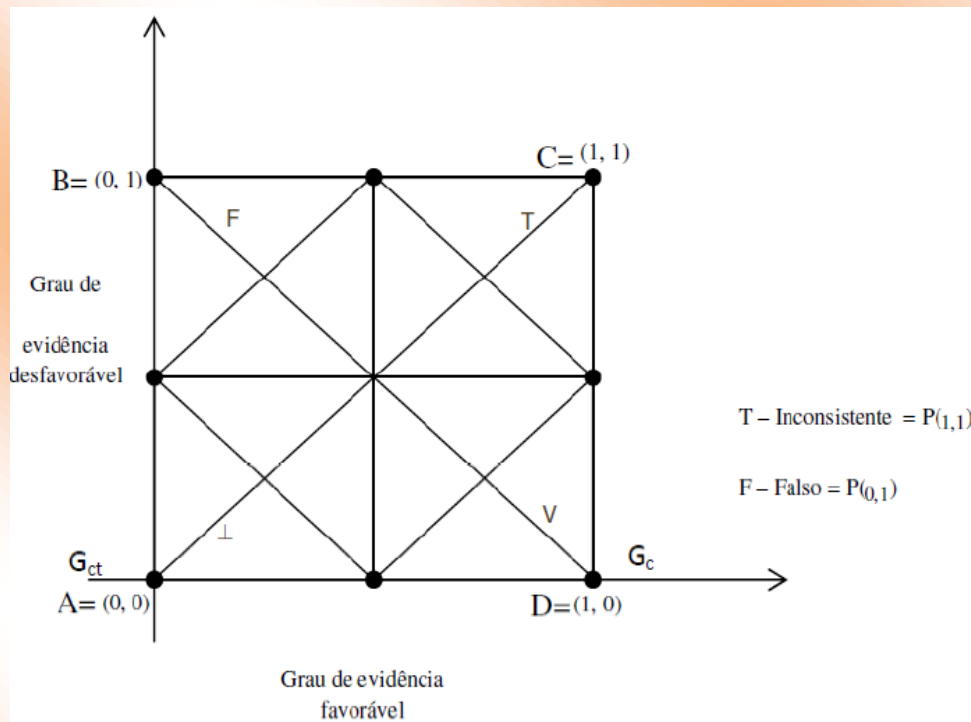


Figura 1 – Reticulado de quatro vértices representado por um QUPC

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ possui uma linguagem $E\tau$ e as proposições atômicas são do tipo $p(\mu, \lambda)$ onde p é uma proposição e $\mu, \lambda \in [0, 1]$ (intervalo real unitário fechado). Intuitivamente, μ indica o grau de evidência favorável de p e λ o grau de evidência contrária de p . A leitura dos valores μ, λ dependem das aplicações consideradas e podem sofrer mudanças: com efeito μ pode ser o grau de crença favorável e λ poder ser o grau de crença contrária da proposição p ; também, μ pode indicar a probabilidade expressa por p ocorrer e λ a improbabilidade expressa por p de ocorrer. As proposições atômicas $p(\mu, \lambda)$ da lógica $E\tau$ podem ser intuitivamente ser lidas como: creio em p com o grau de crença favorável μ e o grau de crença contrária λ , ou o grau de evidência favorável de p é μ e o grau de evidência contrária de p é λ .

No Quadrado Unitário do Plano Cartesiano podemos calcular o Grau de certeza G_c pela equação: $G_c = \mu - \lambda$. O grau de certeza varia de -1 a +1 e seu valor corresponde à distância do ponto de interpolação entre os graus de evidência favorável e grau de evidência contrária à reta que liga o ponto A = (0, 0) - Indeterminado ao ponto C = (1, 1) Inconsistente. O valor -1, que corresponde ao ponto B = (0, 1) significa intuitivamente que temos uma certeza máxima na negação da Proposição e o valor + 1 que corresponde ao ponto D = (1, 0) significa intuitivamente que temos uma certeza máxima na afirmação da proposição. O Grau de Contradição G_{ct} é calculado pela equação $G_{ct} = \mu + \lambda - 1$.

O objetivo principal, conforme Celestino (2009), é medir quanto o grau de certeza de uma proposição é Falsa ou Verdadeira. Portanto, considere como resultado da análise apenas o valor do grau de certeza G_c . Um valor alto no grau de contradição G_{ct} é um indicativo do quanto a proposição se encontra no estado falso. Quando houver um baixo valor de certeza ou muita inconsistência o resultado é indeterminado.

Conforme Da Silva (2001), os valores dos Graus de Contradição G_{ct} e os valores dos Graus de Certeza G_c podem ser expostos em dois eixos que representam o eixo (A) dos graus de certeza e o eixo (BD) dos graus de contradição. Dois valores limites e arbitrários determinam quanto a proposição se aproxima do verdadeiro ou falso e quanto se aproxima do inconsistente ou indeterminada, pois as tomadas de decisões são realizadas por meio do equacionamento desses valores.

2.1 Algoritmo Para-analisador

O reticulado QUPC pode ser repartido em várias regiões de diversos tamanhos e formatos, obtendo-se assim uma discretização dele. Através da interpolação dos Graus de Evidência favorável e desfavorável, valores lógicos são relacionados com as regiões delimitadas do reticulado, havendo somente uma única região no reticulado associado a um estado lógico. A divisão do reticulado depende da análise e da precisão desejada.

Conforme Da Silva (2008), um sistema que utiliza a Análise Paraconsistente tem como objetivo produzir resposta aos sinais contraditórios através da coleta de evidências, e, por meio da utilização do Algoritmo Para-analisador, o sistema procura modificar seu comportamento para que a intensidade das contradições diminua. Os valores dos graus de evidência favorável e de evidência desfavorável variam entre 0 e 1, podendo-se obter como saída os valores dos graus de contradição e de certeza a qualquer instante.

Utilizando a saída produzida pelo algoritmo, pode-se determinar a certeza sobre a proposição e a presença ou não da contradição. Um Sistema Paraconsistente de Decisão funciona em etapas onde a primeira é a alimentação do sistema com informações normalizadas, que são dois valores variáveis contínuos e independentes. Esses valores podem ser gerados por sensores ou mesmo por especialistas. O Grau de Evidência favorável é um valor real entre 0 e 1, e o Grau de Evidência desfavorável é um valor real entre 1 e 0. Depois o sistema faz o processamento utilizando a equação que obtém o Grau de Contradição e o Grau de Certeza. Com esses dados o algoritmo detecta se existe um alto grau de contradição, então não existe certeza quanto à decisão a ser tomada, portanto, devem-se buscar novas evidências.

Se existir um baixo grau de contradição pode-se formular a conclusão, desde que se tenha um alto grau de certeza.

Os valores, resultantes da aplicação do algoritmo (DA SILVA, 2010), podem ser negativos ou positivos, isto é, estes valores deverão ser considerados em módulo e os limites que definem o que é alto e baixo é uma decisão que depende exclusivamente do projeto onde o sistema vai ser utilizado.

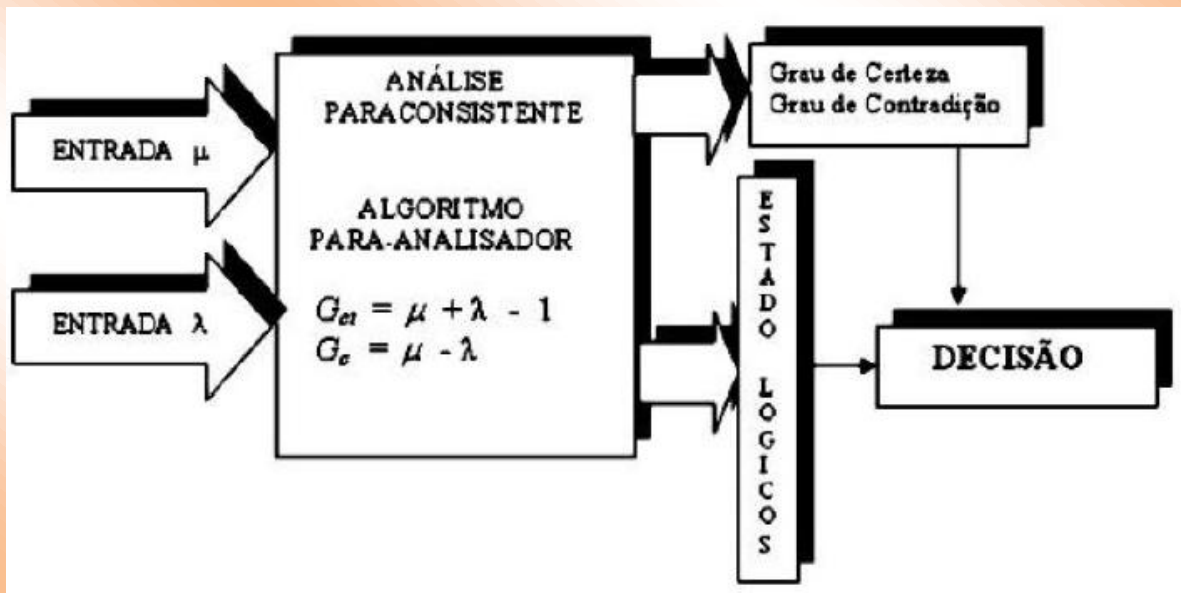


Figura 2 – Representação do Algoritmo Para-analisador

3. Raciocínio Baseado em Casos

Sistemas de apoio à decisão são programas capazes de reproduzir o raciocínio empregado na tomada de decisão de um especialista diante de um problema. O Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma técnica da Inteligência Artificial utilizada para solucionar novos problemas raciocinando a partir de interpretações precedentes a uma nova situação ou, ainda, criar uma solução apropriada ao novo problema (KOLODNER, 1993; AAMODT, 1994; LÓPEZ, 1997; MÁNTARAS, 1997) utilizando problemas e soluções similares, reutilizando e adaptando as informações e conhecimentos.

Um sistema implementado com RBC incorpora a resolução de problemas, inferindo, aprendendo e armazenando a solução à base de casos. Um RBC deve ter um repositório de casos ou base de casos e uma máquina de inferência. A base de casos ou casos antigos é vantajosa quando se trabalha com situações que repetem ou são similares; interpretar uma situação faz parte do ciclo do raciocínio e uma solução deve ser armazenada com detalhes para permitir que o sistema reconheça o caso cujo conteúdo (AAMODT, 1994) é um fragmento de conhecimento contextualizado que

representa uma experiência ou episódios concretos. O conhecimento advém de análises de dados; do conhecimento tácito baseado na experiência dos especialistas.

As características básicas de um sistema RBC, conforme Figura 3 (WANGENHEIM, 2003), são a representação do conhecimento que é caracterizado na forma de casos que descrevem experiências concretas; medidas de similaridades entre o caso atual e os casos armazenados na base; adaptação dos casos para os novos problemas baseados nos casos armazenados na base e, finalmente, o aprendizado que representa o conhecimento atualizado. Esse modelo é denominado Ciclo do RBC (AAMODT, 1994).

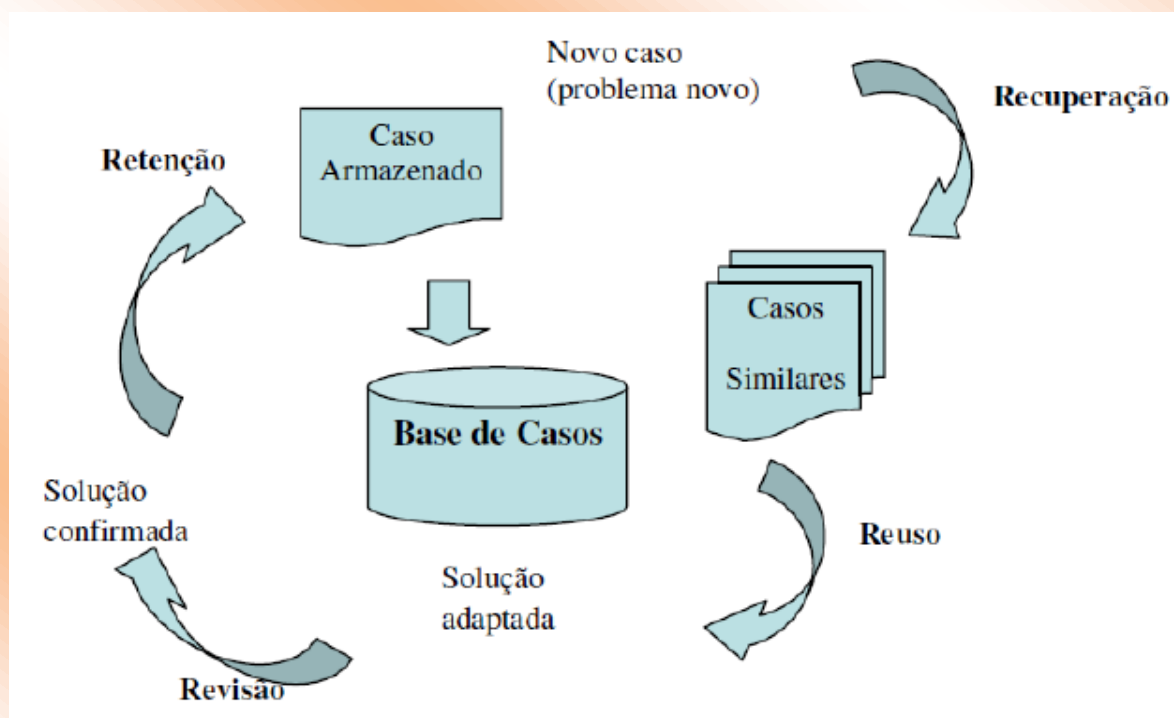


Figura 3 – Ciclo do Raciocínio Baseado em Caso

Fonte: Wangenheim, 2003

3.1 Representação do Caso

Um caso representa um conhecimento e pode ser representado em diferentes formatos e tamanhos e é composto pela descrição do problema e pela solução. A descrição do caso é a representação (WANGENHEIM, 2003) da ocorrência do problema que pode ser representada por uma parte descritiva que contém o objetivo, as restrições e os atributos do problema. Os casos dependem do domínio e são extraídos do especialista do domínio (AAMODT, 1994).

A representação mais comum de um caso é a utilização do atributo-valor onde um item de dado pode ser representado pelo par atributo-valor. O caso pode ser representado por um conjunto de

atributos-valores, em que cada atributo é associado a um domínio ou faixa de valores. O domínio pode ser representado por valores numéricos, datas, caracteres ou mesmo símbolos que representam valores pré-definidos que podem ser ordenados ou não, e podem representar uma taxonomia. Deve-se levar em consideração a facilidade de armazenamento e a recuperação eficiente na escolha do tipo.

3.2 Recuperação

A etapa de recuperação tem como objetivo encontrar um caso ou casos que apresentem uma solução útil para o problema atual. Casos úteis são casos que apresentam maior compatibilidade com o novo caso e possibilitam um prognóstico relevante sobre o novo caso.

A recuperação é iniciada com a descrição, parcial ou não, do problema, que identificação da situação, sendo composta por um conjunto de descritores, que é um conjunto de pares de valores de atributos (AAMODT, 1994; WANGENHEIM, 2003), que são relevantes, pois os casos armazenados devem ser similares ao novo caso. Para facilitar a busca de casos, o RBC utiliza a indexação dos casos em que os índices apontam para as características que devem ser comparadas. Os índices são criados na inclusão do caso na base para posterior recuperação. Uma prática comum é atribuir pesos às características mais importantes dos casos.

Após a formulação dos descritores é feito um casamento dos casos cujo objetivo é a identificação de casos similares e posteriormente a tarefa de seleção é responsável pela escolha do melhor casamento ou casamentos entre os casos armazenados na base e o novo caso.

3.3 Reúso

Após a seleção dos casos recuperados da base, dá-se início a tentativa de reutilização dos casos por meio da transferência do conhecimento do caso armazenado para o novo caso. A reutilização pode utilizar diversas estratégias de adaptação cujas soluções podem ser utilizadas integralmente ou parcialmente transferidas para o novo caso.

A adaptação parcial pode ser classificada em transformacional ou derivacional. A adaptação transformacional consiste em reutilizar solução similar com a aplicação de conhecimento específico (AAMODT, 1994) com a utilização de operadores de adaptação ou de regras transformacionais que modificam a solução atual verificando as diferenças entre os atributos do caso atual e dos casos armazenados.

A adaptação (MARTINS, 2003) derivacional utiliza as informações contidas nos casos armazenados, o par atributo-valor, bem como o processo que gerou essa solução, pois o caso deve armazenar os passos que resultou nessa solução.

3.4 Revisão

Essa fase consiste na oportunidade de aprendizado quando uma solução apresentada na fase de reuso não é correta e é dividida em duas tarefas, sendo a primeira etapa a avaliação minuciosa da solução gerada pelo reuso com retenção na base se a solução for correta; e a segunda etapa consiste em reparar a solução utilizando conhecimentos específicos do domínio ou informações fornecidas pelo especialista.

3.5 Retenção

Retenção é o processo de armazenar o novo caso e sua solução para futuras recuperações. O objetivo do sistema é reter continuamente conhecimento e estender a base de casos. A retenção de soluções de problemas caracteriza uma forma de aprendizado do RBC e que poderá ser utilizada na busca de soluções futuras.

3.6 Similaridade

O principal objetivo do RBC é a reutilização de casos armazenados para solucionar novos problemas, com soluções ainda desconhecidas. A recuperação de casos se baseia na similaridade entre os casos pois se busca uma, ou mais, solução útil para o caso atual.

O RBC parte do princípio de que problemas similares possuem soluções similares (NIKOLAIDIS, 1999) e de que um caso é útil se ele é similar ao caso atual. A similaridade é baseada em fatos *a priori* e é necessário prover uma medida de similaridade entre os casos. Para que se possam encontrar casos similares faz-se necessária a definição de atributos que serão utilizados na comparação entre os casos. Esses atributos permitem (MARQUES, 2007) distinguir um atributo do outro e identificar os casos úteis, dada uma descrição do problema com a utilização de índices.

As buscas de casos armazenados são feitas na base de casos utilizando os índices criados na etapa de indexação, permitindo uma busca mais rápida. A medida da similaridade é uma quantificação que utiliza modelos matemáticos concretos.

Diversas técnicas são utilizadas para calcular a similaridade entre os casos. A técnica mais utilizada no cálculo da similaridade é a definição de uma medida numérica de distância ou similaridade. A similaridade local é determinada (MARTINS, 2003) pela distância dos descritores e muitas vezes são utilizadas regras de combinações heurísticas e do domínio específico. A medida de similaridade global utiliza a técnica do vizinho mais próximo onde os casos são pontos em um espaço multidimensional.

Porém, o cálculo da similaridade pressupõe a existência de todos os dados para aplicação das fórmulas. Se um dado for desconhecido deve-se levar esse fato em consideração, pois pode haver incertezas na recuperação dos casos (WANGENHEIM, 2003; BOGAERTS, 2004).

4 Depressão

Depressão é uma variação do humor que afeta as pessoas na idade adulta, prejudicando a qualidade de vida da população economicamente ativa, o que torna a doença onerosa com a incapacitação do indivíduo, levando 38,5% das pessoas com depressão ao suicídio. A depressão é classificada como transtorno do humor e possui vários sintomas e sinais como: humor deprimido, perda de energia e interesse, sentimento de culpa, dificuldade para concentrar-se, perda de apetite e tendências suicidas. Outros sinais e sintomas incluem alterações nos níveis de atividades com perda da produtividade no trabalho, capacidade cognitiva diminuída e alteração das funções vegetativas como sono, apetite, atividade sexual e outros ritmos biológicos.

As mudanças impactam na vida social, interpessoal e, principalmente, na vida ocupacional, já que um indivíduo com depressão tende a ter mais faltas mensais. Segundo Kaplan (1997), os pacientes se dizem tristes, sem esperanças e essas características são descritas muitas vezes como sendo uma dor emocional lancinante. Outra queixa, com alto índice de relato, é a diminuição de energia resultando em dificuldades para terminar tarefas, baixo comprometimento no trabalho e motivação diminuída para assumir novos projetos. Outros sintomas significativos na depressão são atípicos como: aumento do sono, aumento do apetite e, conseqüentemente, aumento de peso e agravamento de doenças médicas coexistentes como diabetes, hipertensão, doenças pulmonares obstrutiva e cardiopatia. A ansiedade, queixas somáticas e o abuso do álcool são fatores complicadores no tratamento da depressão assim como os sintomas cognitivos que incluem incapacidade de concentração e comprometimento do pensamento.

O diagnóstico da depressão depende das categorias e das manifestações de determinados sintomas, o que torna seu diagnóstico e tratamento complexos.

4.1 Diagnósticos da Depressão

A elaboração do diagnóstico de depressão tem como principal objetivo determinar a presença ou a ausência de um conjunto de características clínicas. Segundo Calil (1998), a avaliação dos sintomas, no caso da depressão, é essencial para a elaboração do diagnóstico.

As escalas de avaliação da depressão ajudam na avaliação dos sintomas e na elaboração do próprio diagnóstico.

As escalas da avaliação de depressão variam de questionários respondidos pelos pacientes, denominadas autoavaliação; as que são aplicadas por observadores, e as híbridas (autoavaliação e observador). A autoavaliação requer julgamento do próprio paciente, ou de uma pessoa próxima que o conheça bem, e apresenta a vantagem de ser econômica com relação ao tempo ao ser aplicada por uma equipe de saúde. Uma desvantagem é que o próprio paciente deve fornecer informações sobre seu humor e, principalmente, seus sentimentos e sua confiabilidade é limitada, pois pressupõe que o paciente consiga avaliar a gravidade dos seus sintomas e aceite o tratamento. A escala de Avaliação da Depressão de Hamilton (KAPLAN, 1997) é uma avaliação aplicada por avaliadores treinados e consiste em 17 a 24 itens, sendo cada item classificado de 0 a 4 ou de 0 a 2, com uma pontuação variando de 0 a 76. Essa escala é feita através de entrevista clínica com o paciente e é feita uma abordagem sobre sentimentos de culpa, suicídio, hábitos de sono, sintomas somáticos e, finalmente, uma análise do desempenho no trabalho e atividades.

É importante, destaca Calil (1998), que a Escala de Avaliação da Depressão de Hamilton não fornece pontos de corte para os indicativos dos graus de gravidade da depressão: leve, moderada, grave. Segundo Moreno (1998), a entrevista não possui padrões e depende do conhecimento e da habilidade do entrevistador na quantificação dos escores de cada item.

Existe um consenso (MORENO, 1998), que escores acima de 25 identificam depressão grave, entre 18 e 24 representam depressão moderada, entre 7 e 17 indicam depressão leve, e escores menores que 7 definem ausência de depressão.

5 Resultados

Um sistema deve ser capaz de gerar resultados que apresentem uma interpretação de fácil entendimento, pois o tratamento da incerteza deve ser significativo, claro e preciso para serem utilizados justificando as conclusões para que ele possa concluir as ações correspondentes no tratamento da similaridade. O sistema deve ser capaz de tratar as imprecisões pela falta de

informação dos descritores ou permitir o cálculo de valores incertos combinando valores para novos cálculos de outras incertezas, oferecendo subsídios para a tomada da decisão.

Utilizando os conceitos da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ aliados à tecnologia Raciocínio Baseado em Casos, sugere-se a construção de uma aplicação de apoio ao diagnóstico de depressão considerando a imprecisão dos descritores na busca dos casos similares utilizando algoritmo para-analisador para validar o grau de certeza e incerteza entre os casos apresentados, resultando em encaminhamento para os especialistas de saúde mental, com agilidade na transferência de informação e aumentando a eficácia do tratamento, diminuindo o abandono do tratamento, conseqüentemente com redução do custo.

Referências

AAMODT, A.; PLAZA, E. *Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches*. *AI Communications*. Vol. 7: 1, p. 39-59, 1994.

BOGAERTS, S.; LEAKE, D. *Facilitating CBR for Incompletely-Described Cases: Distance Metrics for Partial Problem Descriptions*, Springer Verlag, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3155, 2004.

CALIL, H. M.; PIRES, M. L. N. **Aspectos Gerais das Escalas de Avaliação de Depressão**, Vol 25, n. 5, Setembro/Outubro de 1998.

CELESTINO, U.; ABE, J. M. Avaliação da qualidade de produto de software utilizando Lógica Paraconsistente Anotada: estudo de caso com software ERP. **Revista Ingepro**. Vol.1, p. 105-111, 2009.

Da COSTA, N. C. A.; ABE, J. M.; Da SILVA FILHO, J. I.; MUROLO, A. C.; LEITE, C. F. S. **Lógica Paraconsistente Aplicada**, ISBN 85-224-2218-4, Editora Atlas, 1999.

Da SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Fundamentos das Redes Neurais Paraconsistentes – Destacando Aplicações em Neurocomputação**, Editora Arte & Ciência, ISBN 85-7473-045-9, 2001.

Da SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M.; TORRES, G. L. **Inteligência Artificial com as Redes de Análises**

Paraconsistentes. São Paulo: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008.

KAPLAN, H. I.; SADOCK, B. J.; GREBB, J. A. **Compêndio de Psiquiatria: Ciências do Comportamento e Psiquiatria Clínica**, 7. ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

KOLODNER, J. *Case-Based Reasoning*, San Mateo CA, Morgan. Kaufmann Publishers, 1993.

- LÓPEZ, B.; PLAZA, E. *Case-based learning of plans goal states in medical diagnosis*, **Artificial Intelligence in Medicine**, vol. 9, pp. 29-60, 1997.
- MÁNTARAS, R. L.; PLAZA, E. *Case-Based Reasoning: An Overview*, **AI Communications**, vol. 10, p. 21-29, 1997.
- MARQUES, V. M.; FARINHA, J. T.; BRITO, A. C.; PINCHO, N. L., *Know-how Retention and Divulcation with a Fuzzy CBR System*, **Seventh International Conference on Intelligent Systems Design and Applications**, p. 223-228, 2007.
- MARTINS, H. G. **A Lógica Paraconsistente Anotada de Quatro Valores - LPA4v aplicada em Sistema de Raciocínio Baseado em Casos para o Restabelecimento de Subestações Elétricas**, tese doutorado em Engenharia Elétrica, Itajubá, 2003.
- MORENO, R. A.; MORENO, D. H., **Escalas de depressão de Montgomery & Åsberg (MADRS) e de Hamilton (HAM-D)**. Vol 25, n. 5, Setembro/Outubro de 1998.
- NIKOLAIDIS, S.; LAZOS, C. *Fuzzy case identification in case based reasoning systems*, **Computational Intelligence**, vol. 15, n. 3, 1999.
- RAZZOUK, D.; SHIRAKAWA, I.; MARI, J. de J. *Sistemas inteligentes no diagnóstico da esquizofrenia*, **Revista Brasileira de Psiquiatria**, vol. 22, pp.35-37, 2000.
- WANGENHEIM, C. G. v.; WANGENHEIM, A. v. **Raciocínio Baseado em Casos**. Curitiba: Manole. Vol. 1. 296 p., 2003.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Uma Ferramenta de Apoio ao Diagnóstico da Depressão Utilizando Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $\epsilon\tau$ e Raciocínio Baseado em Caso

Autores: C. C. de Oliveira; N. F. dos Reis; J. M. Abe; P. Ramirez; J. A. de A. Baptista

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: IV SIDEPRO - Simpósio sobre Redes e Cadeias de Fornecimento

Local da Publicação: São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: UNIP

Página inicial e página final: 311-320

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

VANTAGENS COMPETITIVAS NO MACROPROCESSO LOGÍSTICO PARA ORGANIZAÇÕES QUE UTILIZAM NF-e E RFID

Rogério Borin (UNIP-SP); rogerioborin@ig.com.br

Ivanir Costa (UNIP-SP); icosta11@live.com

Alexandre Arnaldo Boschi (UNIP-SP); alexandre.boschi@uol.com.br

Resumo: Com o aumento global por produtos e serviços, a área de logística vem sofrendo constante demanda por maior eficácia e eficiência em suas atividades. A competitividade, para as organizações, tem extrema importância, pois, ser competitiva no mercado em que atua significa poder manter-se e ou apoderar-se de maiores fatias dele e com isso obter melhores resultados financeiros. Este artigo tem como principal objetivo o estudo sobre as vantagens competitivas no macroprocesso logístico com o uso das tecnologias RFID e NF-e de forma integrada. Será mostrado o ganho das organizações que utilizam essas tecnologias possam obter em detrimento das que não se beneficiam destas. O macroprocesso logístico de duas organizações será mapeado através da metodologia BPMN, suportada pelo *software* BizAgi, uma representando um fornecedor e outra um cliente. A representação gráfica apresenta desde a emissão do pedido de venda emitido pelo fornecedor até o armazenamento e lançamento fiscal da compra pelo cliente. Como resultado será feita a comparação do macro processo logístico de organizações que utilizam as tecnologias com as que não utilizam, podendo assim apontar as possíveis vantagens competitivas que podem ser obtidas. Palavras-chave: Cadeia de Suprimentos, Logística, NF-e, RFID, Tecnologia da Informação (TI).

1. Introdução

O aumento contínuo da demanda por produtos e serviços vem exigindo cada vez mais das organizações a eficiência e a eficácia em suas operações, seja para manter-se no mercado ou para competir por maiores fatias dele.

Constantemente pressionadas, as organizações podem buscar em várias tecnologias o suporte necessário para a aquisição de vantagem competitiva.

A área de logística das organizações, segundo Ballou (2006), pode gerar custos equivalentes a 11% das vendas, O autor também cita que de acordo com o Fundo Monetário Internacional (FMI), os custos logísticos representam em média 12% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, evidenciando assim a importância de se analisar os processos desta área em busca de oportunidades de redução de custos em prol de maior competitividade.

Na área de logística também pode ser possível obter grandes benefícios quanto a agilidade e acuracidade nas trocas de informações e produtos entre organizações que atuem numa mesma cadeia de suprimentos com a utilização das tecnologias de Nota Fiscal Eletrônica (NF-e) e *Radio-Frequency IDentification* (RFID) sendo utilizadas de forma integrada.

O objetivo deste estudo é comparar os macros processos logísticos existentes a partir do carregamento dos produtos numa organização fornecedora até o recebimento dos mesmos numa organização considerada cliente, evidenciando as vantagens competitivas que organizações que utilizem as tecnologias NF-e e RFID de forma integrada possam obter ante as que utilizem somente a NF-e.

O estudo justifica-se pelo fato, já anteriormente comentado, da existência de constante pressão por maior competitividade entre as organizações, ora para manter-se no mercado ora para apropriar-se por maiores fatias do mesmo, motivando assim, a pesquisa por tecnologias que possam agregar maiores vantagens competitivas às organizações.

A metodologia de pesquisa aplicada neste trabalho é de natureza qualitativa, consistindo em uma revisão bibliográfica em livros, teses, dissertações e artigos sobre o assunto em fontes acadêmicas renomadas como *Sciencedirect*, Scielo (*Scientific Electronic*), Sistema Nou-Rau Biblioteca Digital da Unicamp, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, entre outros.

Para o mapeamento dos processos logísticos foi utilizada o modelo *Business Process Modeling Notation* (BPMN), com a notação da *Object Management Group* (OMG) e, visando permitir uma melhor ilustração e discussão das vantagens competitivas nos processos logísticos das organizações optou-se por utilizar o software *Bizage Process Modeler*, que é uma ferramenta para a modelagem gráfica dos processos mapeados (HOMEM, 2011; BIZAGI, 2011).

A estrutura do trabalho está dividida de forma que na segunda seção discorre-se sobre a tecnologia NF-e, enquanto que na terceira será apresentada a tecnologia RFID. Na quarta seção será tratada a metodologia BPMN, com notação da OMG e na quinta seção será apresentado o software BizAgi.

Na sexta seção, será feita a comparação do macro processo logístico de organizações que não utilizam com as que venham a utilizar as tecnologias NF-e e RFID de forma integrada.

2. A tecnologia NFe

A NF-e pode ser definida como um documento emitido eletronicamente com o objetivo de registrar as operações relativas à venda de produtos, bens e serviços de transporte interestadual e intermunicipal.

Em 27 de agosto de 2005 foi firmado o Protocolo de Cooperação ENAT nº 03/2005 - II ENAT entre a União, por intermédio da Receita Federal do Brasil, os Estados e o Distrito Federal, por intermédio de suas Secretarias de Fazenda, Finanças, Receita ou Tributação, e os Municípios, objetivando a implantação da NF-e, integrante do Sistema Público de Escrituração Digital, atendendo assim aos interesses das administrações tributárias e facilitando o cumprimento das obrigações acessórias pelos contribuintes (RECEITA FEDERAL, 2011).

Segundo o Protocolo de Cooperação ENAT nº 03/2005 - II ENAT, as vantagens que a adoção da NF-e propiciará aos contribuintes e às administrações tributárias, podem ser sintetizadas em:

- Benefício dos contribuintes: aumento da competitividade das empresas brasileiras pela racionalização das obrigações acessórias (redução do "custo Brasil"), em especial a dispensa da emissão e guarda de documentos em papel;
- Benefício das administrações tributárias: padronização e melhoria na qualidade das informações, racionalização de custos e maior eficácia da fiscalização.

A empresa de consultoria APICE (2011), atuante na área de consultoria em tecnologias de sistemas de informação e negócio, especializada em tesouraria avançada e outsourcing, disponibiliza em sua página na internet o fluxograma dos macros processos da NF-e, representados da seguinte forma:

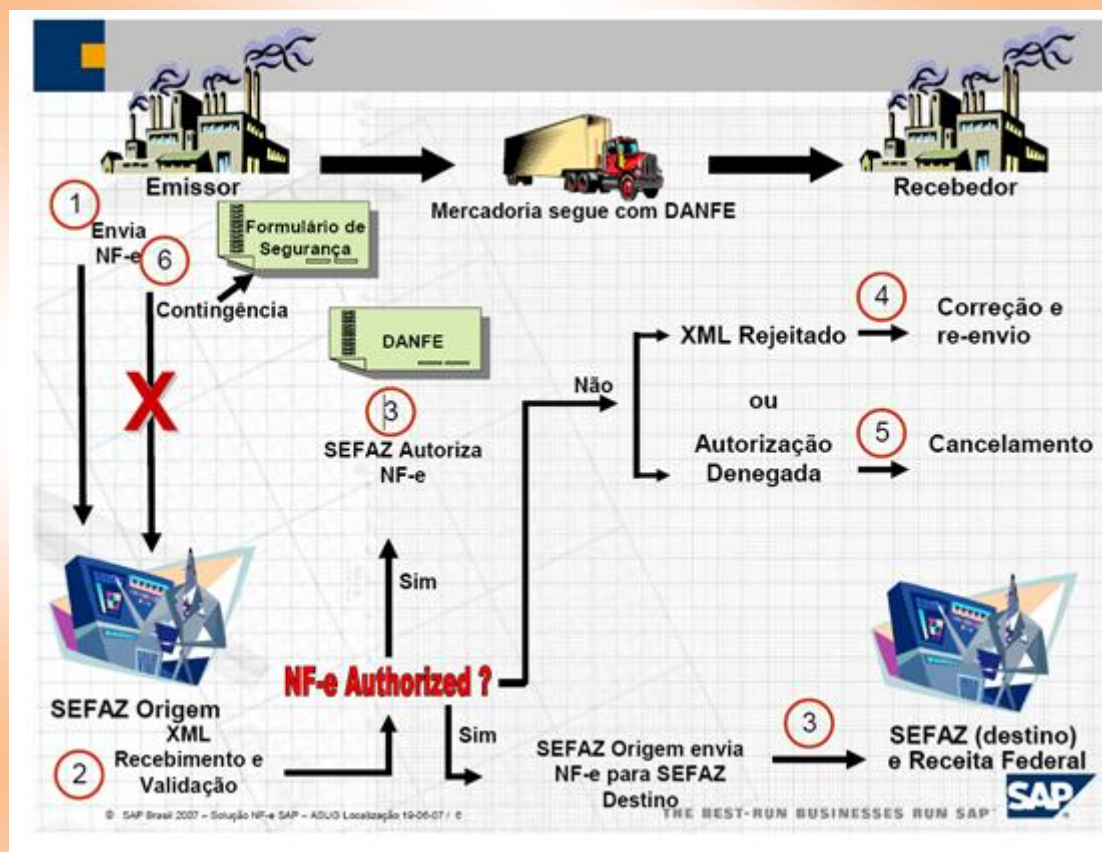


Figura-1. Fluxograma Macro NF-e - APICE Consultoria (APICE, 2011)

O software para a emissão da NF-e é distribuído gratuitamente pela Secretaria da Fazenda (SEFAZ), ou seja, é possível baixar o software no site da SEFAZ federal e ou nos sites das SEFAZ estaduais, possibilitando assim a padronização e melhoria na qualidade das informações trocadas eletronicamente entre as empresas e as SEFAZ (APICE, 2011).

A Figura-1 demonstra que não há uma troca eletrônica de informações entre o emissor e o receptor, porém, a mesma mostra que para atender principalmente às necessidades da administração tributária governamental, exige-se a troca de informações por meios eletrônicos somente entre a organização emissora da NF-e e a SEFAZ de competência em recebê-la, ou seja, a do Estado em que se situa a organização emissora da NF-e, fica ao livre arbítrio entre emissor e receptor promover estrutura tecnológica para a troca de informações por meios eletrônicos, pois o Documento Auxiliar da Nota Fiscal eletrônica (DANF-e) é impresso em um papel de formato A4 e acompanha os produtos através do transportador desde o emissor até o receptor.

Quando fornecedor e cliente (fornecedor pode ser entendido como o emissor e cliente como receptor, como apresentado na figura-1) utilizam somente o DANF-e faz-se necessária a digitação de todos os produtos recebidos pelo cliente em seu sistema de informações, gerando maior dispêndio de tempo para a disponibilização dos dados no sistema e possibilidades de erros de digitação que podem acarretar em um baixo nível de acuracidade nos estoques registrados.

3. A tecnologia RFID

A tecnologia RFID surgiu em 1937 nos Estados Unidos da América (EUA), concebido pelo Laboratório de Pesquisas Navais dos EUA (NRL), liderados por Sir Robert Alexander Watson-Watt, inventor do radar, devido a necessidade do Exército e Marinha dos EUA de identificar de forma adequada alvos no solo, mar e ar. Desta forma o primeiro sistema a utilizar da tecnologia RFID o então denominado *Identification Friend-or-Foe* (IFF), sistema de identificação de amigo ou inimigo, possibilitou às unidades amigas, tais como as aeronaves aliadas, serem distinguidas das aeronaves inimigas (Hessel et al, 2009).

Mas, somente a partir do final dos anos 1960, a utilização e pesquisa da tecnologia RFID deixou de ser limitada ao exército, laboratórios de pesquisas e grandes empresas comerciais, passando a ser disseminada no mercado por organizações como a Sensormatic e Checkpoint Systems, que através de aplicações menos complexas como o desenvolvimento de equipamentos de vigilância eletrônica de produtos para a proteção de inventários de vestuários em lojas de departamento e livros em bibliotecas, e assim tornando-se cada vez mais presente no monitoramento dos inventários organizacionais.

Segundo Hessel et al. (2009), a tecnologia RFID trata-se de um método que utiliza ondas eletromagnéticas para acessar dados armazenados em um microchip acoplado a uma pequena antena, identificando automaticamente os objetos nele fixado, e pode ser utilizada na cadeia de suprimentos possibilitando a visibilidade e rastreamento dos produtos.

A Figura-2 mostra o funcionamento do sistema RFID e os equipamentos necessários:

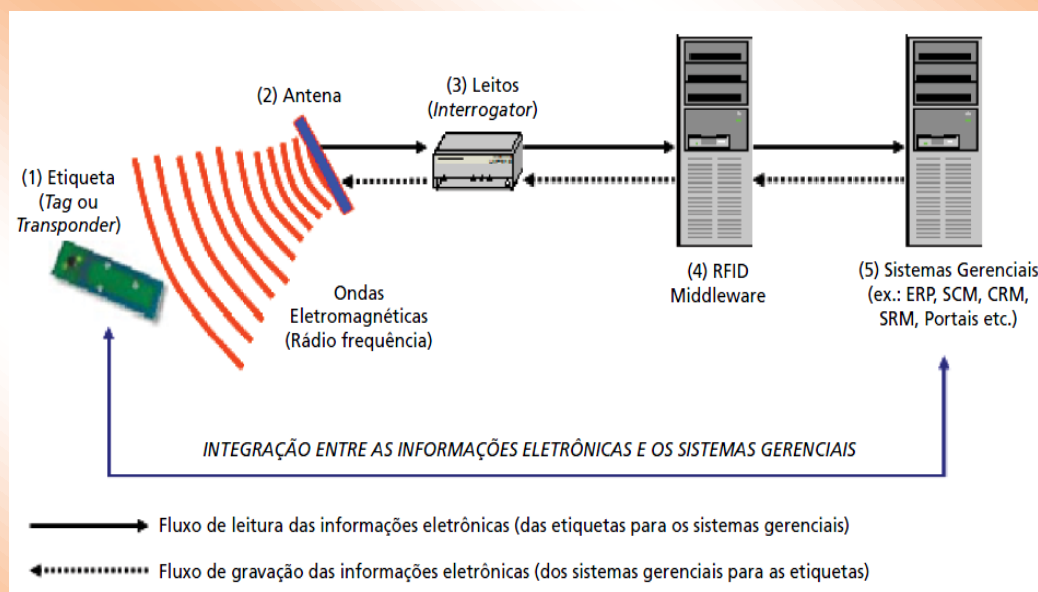


Figura-2. Funcionamento do Sistema RFID (PEDROZO et al., 2009).

Segundo Pedroso et al. (2009), na Figura-2, as informações sobre a identificação de um objeto são gravadas nas etiquetas RFID (1). Essas etiquetas são anexadas em diversos tipos de produtos que percorreram por uma cadeia de suprimentos. As informações contidas nas etiquetas são lidas por um conjunto de sensores (antenas (2) e leitores (3)) por meio de rádio frequência. Os sensores são instalados em locais onde se deseja obter o monitoramento da passagem destes produtos pela cadeia de suprimentos, funcionando como um ponto de controle do fluxo dos mesmos. Ao longo da cadeia de suprimentos os produtos podem passar por diversas organizações que nem sempre utilizarão dos mesmos hardwares e ou softwares umas das outras, e para estes casos a solução é o equipamento denominado de “RFID *middleware*” (4), que gerencia o fluxo de informações identificando os eventos associados a essas informações (por exemplo, um palete que passou por uma doca de recebimento pode disparar uma atividade de atualização de estoques) e realiza a integração com os sistemas gerenciais da empresa (5).

Nos últimos anos a tecnologia RFID tem tido um considerável destaque em organizações, mídias de tecnologia e logística e também no meio acadêmico, quando estão em pauta a identificação de tecnologias que possam proporcionar maior eficiência e eficácia nos processos logísticos,

podendo até influenciar na estratégia logística de uma cadeia de suprimentos. A tecnologia RFID pode ser considerada como a mais estratégica e de maior impacto aos negócios (Cavinato, 2005).

Conforme Hessel et al (2009) para evidenciar a importância desta tecnologia nas organizações atuais vale demonstrar os resultados obtidos pelo estudo de caso "RFID/EPC Brasil: A Cadeia de Suprimento do Futuro":

- O estudo visava testar a aplicação da solução RFID no mercado brasileiro, e dentre os principais objetivos destaca-se a levantamento dos benefícios obtidos com a utilização da tecnologia.
- As organizações que participaram do projeto piloto e o estudo de caso foram a CBD - Companhia Brasileira de Distribuição - Grupo Pão de Açúcar, Accenture, CHEP, Procter & Gamble e Gillette.
- O foco do projeto piloto foi concentrado nos processos de recebimento e expedição de mercadorias, assim como na troca de informações entre os parceiros.
- Cerca de 1.000 paletes etiquetados com as *tags* foram misturados aos paletes convencionais e a partir de então foi iniciado o monitoramento que teve duração de dois meses, entre os centros de distribuição, seguindo os processos tradicionais de casa organização nas fases de recebimento e expedição nos centros de distribuição.

Os centros de distribuição foram dotados de portais RFID/EPC que realizavam as leituras com base em aplicativos via internet, como no exemplo da Figura-3.



Figura-3. Exemplo de portal RFID/EPC.

Fonte: <http://rfidblog.com.br/category/educacao>

Os principais resultados foram pelo o estudo de caso foram:

- 97% - índice de acuracidade na leitura dos paletes;
- 10% - redução nos índices de ruptura nos centros de distribuição do varejo e do fabricante;
- 3 a 12% - aumento na produtividade da força de trabalho;

- 18 a 26% - redução nas perdas de inventário;
- 2 a 5% - redução na logística reversa;
- 10% - redução nos custos de manutenção de estoques;
- 10% - redução no nível dos estoques;
- 10% - redução nos produtos de baixo giro.

Esses resultados provam que a tecnologia RFID pode trazer muitos benefícios às organizações que a utilizam, e que boa parte destes resultados foram obtidos nos processos de recebimento, armazenamento e expedição.

4. A metodologia BPMN, com notação da OMG

Segundo Homem e Costa (2010) *apud* HOMEM (2011, p. 89) o BPMN (*Business Process Management Notation*) trata-se de uma notação de modelagem de processos de negócio que foi desenvolvida pelo BPMI (*Business Process Management Initiative*) em 2004 e, em junho de 2005 uniu-se à OMG (*Object Management Group*) que em fevereiro de 2006 adotou oficialmente a notação BPMN, já na versão 2.0.





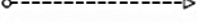

O objetivo inicial da BPMN foi o de disponibilizar uma notação que fosse de fácil entendimento e aplicação para todos os usuários de negócios, ou seja, desde analistas de negócios, que criam os modelos iniciais de processo de negócio, aos desenvolvedores técnicos, responsáveis pela implementação tecnológica e finalmente para as pessoas do negócio, que irão gerenciar e monitorar estes processos.

Para White (2004) *apud* Tessari (2008, p. 50), o BPMN gera um diagrama de processos de negócio chamado de *Business Process Diagram* (BPD). O BPD é constituído de um conjunto básico de elementos gráficos, estes elementos permitem o desenvolvimento de diagramas que são, normalmente, familiares para a maioria dos analistas de negócio, devido a sua semelhança com os fluxogramas já tão bem conhecido por estes profissionais.

A simbologia utilizada para representar graficamente os processos de negócio no BPMN está dividida em dois conjuntos, o Conjunto Básico (*core element set*) e o Conjunto Avançado (*complete element set*).

Como este trabalho não tem como foco o detalhamento do BPMN, abaixo segue a Tabela-1 composta apenas de alguns objetos do Conjunto Básico de interesse nesse artigo.




Tabela-1 - Principais Objetos do Conjunto Básico do BPMN

Objeto	Descrição	Figura
Evento	É algo que acontece durante um processo do negócio. Estes eventos afetam o fluxo do processo e têm geralmente uma causa (<i>trigger</i>) ou um impacto (<i>result</i>). Há três tipos de eventos, baseados sobre quando afetam o fluxo: <i>Start</i> , <i>Intermediate</i> , e <i>End</i> .	
Atividade	É um termo genérico para um trabalho executado. Os tipos de atividades são: tarefas e sub-processos. O sub-processo é distinguido por uma pequena cruz no centro inferior da figura.	
Gateway	É usado para controlar a divergência e a convergência da sequência de um fluxo. Assim, determinará decisões tradicionais, como juntar ou dividir trajetórias; podem ser exclusiva (XOR), inclusiva (OR) ou paralela (AND).	
Fluxo de Sequência	É usado para mostrar a ordem (sequência) com que as atividades serão executadas em um processo.	
Fluxo de mensagem	É usado para mostrar o fluxo das mensagens entre dois participantes diferentes que os emitem e recebem.	
Associação	É usada para associar dados, texto, e outros artefatos com os objetos de fluxo. As associações são usadas para mostrar as entradas e as saídas das atividades.	

Fonte: Adaptado de HOMEM e COSTA (2010, *apud* HOMEM, 2011, p. 90)

Os objetos mencionados na Tabela-1, são alocados em estruturas que os agrupam por objeto de estudo, sejam áreas funcionais ou atores. Na Tabela-2, logo abaixo, estão descritos outros artefatos do Conjunto Básico.

Tabela-2 - Artefatos adicionais do Conjunto Básico do BPMN

Objeto	Descrição	Figura	
Pool (Piscina)	É um recipiente de um único processo. O nome do agrupamento pode ser considerada como o nome do processo. Deve haver, pelo menos, uma <i>pool</i> .		
Lane (raia)	A <i>lane</i> é uma subdivisão de uma <i>pool</i> . Representa um papel ou uma área organizacional.		
Artefatos	Objeto de Dado	Representa um documento, dado ou algum outro objeto utilizado, produzido ou alterado no processo.	
	Grupo	O grupo é utilizado para reunir atividades e objetos distintos, mas não afeta o fluxo no diagrama.	

Fonte: Adaptado de HOMEM e COSTA (2010) *apud* HOMEM (2011, p. 91)

Existem diversas Ferramentas CASE, disponíveis no mercado mundial, que implementam a notação BPMN, dentre elas, a escolhida pelos autores deste trabalho foi a BizAg.

5. A Ferramenta CASE BizAg

A empresa inglesa BizAg é a desenvolvedora do *software* BizAg, e desde 1989 está focada no desenvolvimento de tecnologias e metodologias que promovam melhorias para seus clientes através de proporcionar agilidade nos seus negócios (BIZAGI, 2011).

Os autores optaram por utilizar o BizAg devido à sua aderência à notação BPMN e pelo fato de ter uma versão livre com recursos fundamentais para modelagem, documentação e publicação de processos, além de ter um material de consulta adequado aos usuários iniciantes.

O *software* BizAg pode ser adquirido gratuitamente através da internet, no site: www.bizagi.com.

6. Comparação Gráfica do Macroprocesso Logístico

Esta seção trata da demonstração através da metodologia BPMN e do *software* BizAg das vantagens competitivas obtidas por organizações que utilizarem das tecnologias NF-e e RFID de forma integrada.

A Figura-4 traz uma visão completa do Macro Processo Logístico de duas organizações, a Fornecedora e a Cliente que não utilizam as tecnologias NF-e e RFID, com início desde a emissão do pedido de venda emitido pelo fornecedor até o armazenamento e lançamento fiscal da compra pelo cliente, podendo ser melhor entendida na Figura-5 e Figura-6.

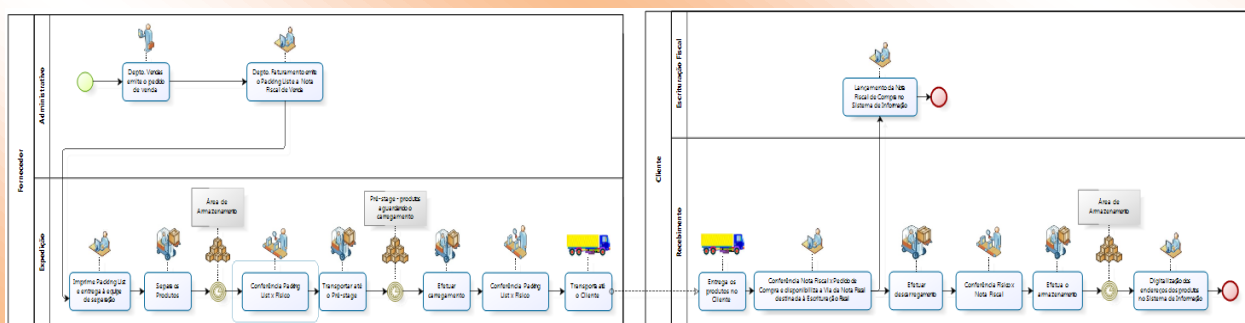


Figura-4. Macro Processo Logístico entre Organizações que não utilizam as tecnologias NF-e e RFID. Fonte: elaborada pelos autores

Para uma melhor visualização, a Figura-5 demonstra somente os Macro Processos Logísticos da organização fornecedora, onde é possível identificar o retrabalho de conferência entre os produtos e o *packing list*, o que acaba por gerar maior dispêndio de tempo para a operação e apesar de se efetuar o retrabalho de conferência na operação de carregamento, não é possível garantir uma acuracidade de 97% dos produtos que realmente deveriam estar sendo carregados no veículo do transportador.

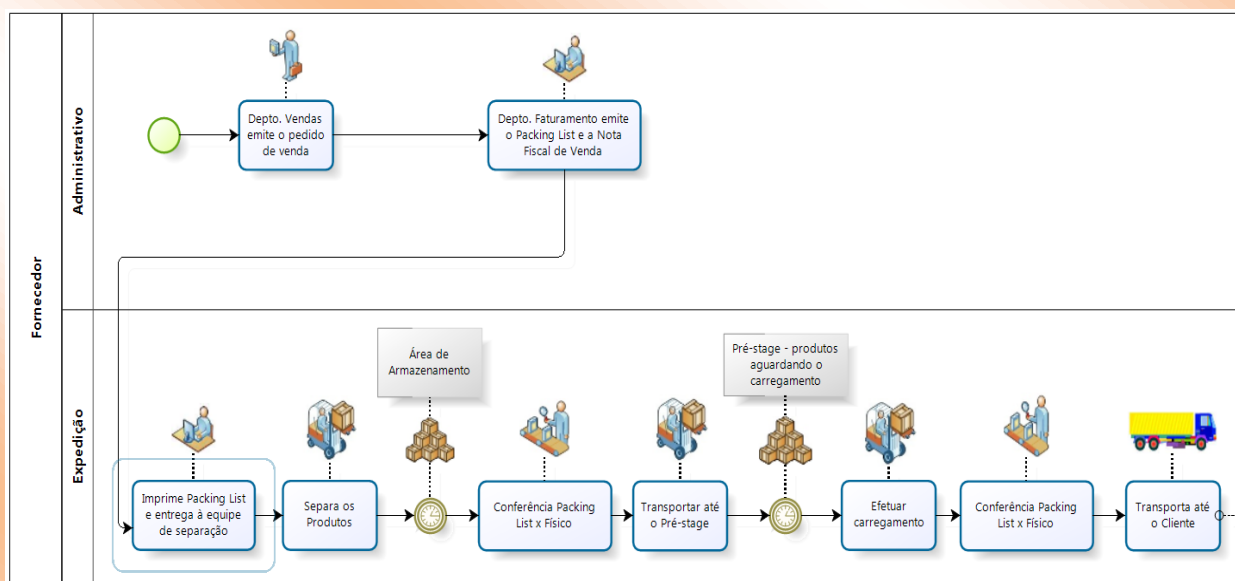


Figura-5. Macro Processo Logístico da Organização Fornecedora que não utiliza as tecnologias NF-e e RFID. Fonte: elaborada pelos autores

Quanto à Organização cliente, faz-se necessário um suporte administrativo para a conferência da Nota Fiscal de Compra com o Pedido de Compra, que além do dispêndio de tempo, também pode ocasionar em erro humano. Há também, a necessidade de uma equipe para a conferência entre os produtos e a Nota Fiscal de Compra, além da necessidade da digitalização do endereçamento dos produtos na área de armazenamento e do lançamento fiscal da Nota Fiscal de Compra, que podem conter erros humanos gerando futuros transtornos no momento da separação do material requisitado, por exemplo.

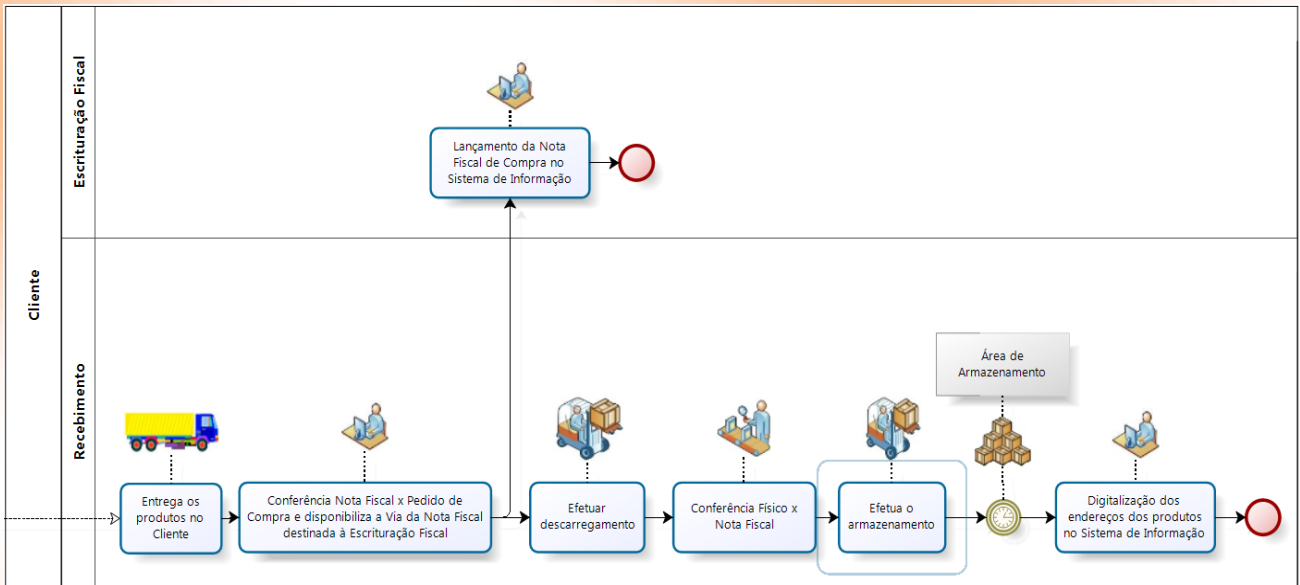


Figura-6. Macro Processo Logístico da Organização Cliente que não utiliza as tecnologias NF-e e RFID. Fonte: elaborada pelos autores

A Figura-7, mostra o Macro Processo Logístico das Organizações que utilizam as tecnologias NF-e e RFID de forma integralizada, obtendo assim maior vantagem competitiva através da agilidade e de acuracidade em seus processos, proporcionando uma redução em seus custos logísticos, podendo ser melhor entendida na Figura-8 e Figura-9.

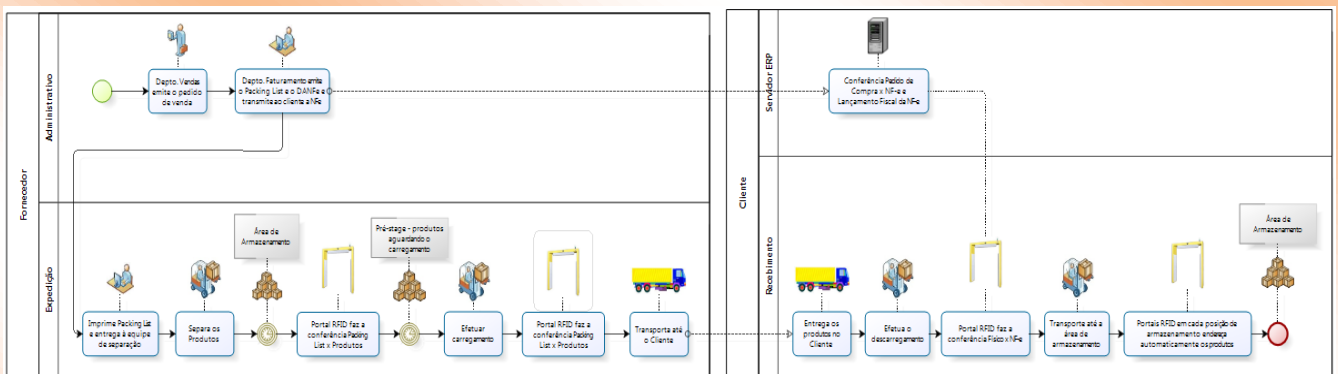


Figura-7. Macro Processo Logístico entre Organizações que utilizam as tecnologias NF-e e RFID. Fonte: elaborada pelos autores

Na Figura-8, é possível notar que a utilização dos Portais RFID nos processos logísticos da organização fornecedora eliminou a necessidade de uma equipe para tal tarefa, a tecnologia RFID além de agilizar a tarefa de conferência, pode garantir 97% de acuracidade na leitura dos paletes e assim consequentemente dos produtos.

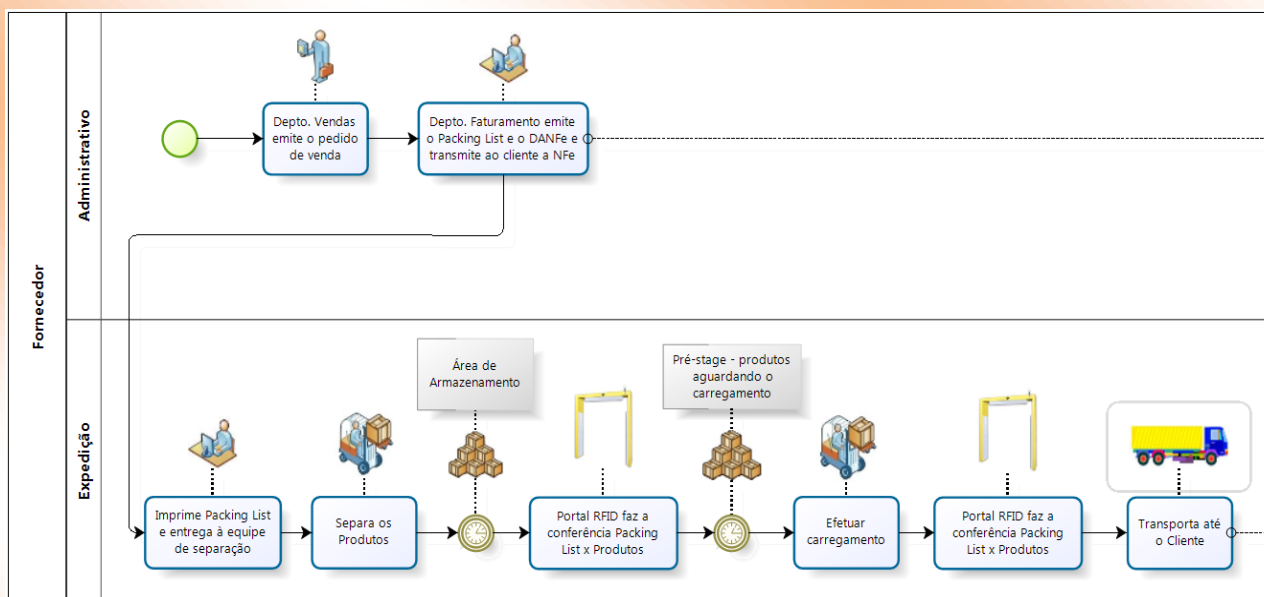


Figura-8. Macro Processo Logístico da Organização Fornecedora que utiliza as tecnologias NF-e e RFID. Fonte: elaborada pelos autores

Para a organização cliente, os benefícios podem ser ainda maiores, pois além a eliminação de equipes para a conferência de documentos e de produtos, também será automatizado o lançamento fiscal da Nota Fiscal de Compra e a digitalização do endereçamento, provendo assim maior agilidade e acuracidade de produtos e informações dentro da organização, conforme a Figura-9.

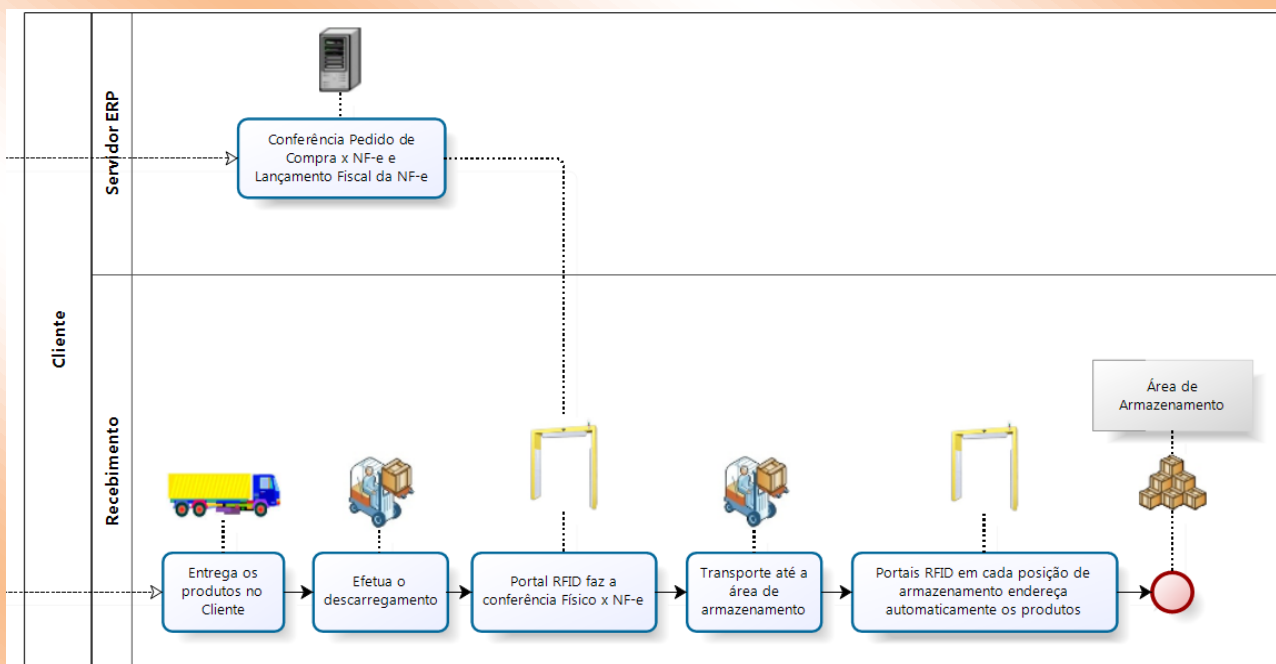


Figura-9. Macro Processo Logístico da Organização Cliente que utiliza as tecnologias NF-e e RFID. Fonte: elaborada pelos autores

7. Conclusão

Conforme mostrado na seção seis, as organizações que utilizarem as tecnologias NF-e e RFID poderão obter vantagens competitivas através de ganho em agilidade e acuracidade na execução de seus processos logísticos, promovendo assim uma redução de seus custos logísticos. Esta argumentação pode ser também comprovada através dos resultados obtidos pelo estudo de caso "RFID/EPC Brasil: A Cadeia de Suprimento do Futuro" (Hessel et al, 2009), apresentado na terceira seção.

A busca das organizações por maior competitividade deve fazer parte do cotidiano, pois para manter-se no mercado em que atua ou liderá-lo, esta habilidade é de fundamental importância.

Desta forma, na busca contínua por competitividade surge as mais variadas tecnologias para dar o devido suporte as organizações. Conhece-las e identificar as que possam prover competitividade, implementadas de forma individualizada e ou integralizada, torna-se o grande desafio para as organizações da atualidade.

Referências

APICE CONSULTORIA. Site da empresa APICE Consultoria. Disponível em: <http://www.apiceconsultoria.inf.br/portugues/serviços_sped.php> Acesso em 12 de setembro de 2011.

BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, 616p.

BIZAGI. *BizAgi Business Agility*, 2011. Disponível em: <www.bizagi.com>. Acesso em: 27 de setembro de 2011.

CAVINATO, J.. *Supply chain logistics initiatives: research implications*. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, v. 35, n. 3, p. 148-151, 2005.

HESSEL, Fabiano et al. *Implementando RFID na cadeia de negócios: tecnologia a serviço da excelência*. Porto Alegre: Edipucrs, 2009.

HOMEM, F. L. Q.. *Estudo das Iniciativas Tecnológicas para Suporte ao BPM: análise de ferramentas CASE e sua aderência aos padrões de negócio das organizações. Um estudo de caso*. 2011. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2011.

PROJETO BRASIL ID. *Projeto Brasil ID de Rastreamento de Mercadorias*. BoldCron. Disponível em:<<http://www.boldcron.com.br/bondcron2/2010/01/11/lancado-projeto-brasil-id-de-rastreamento-de-mercadorias>>. Acesso em: 02 de outubro de 2010.

PEDROSO, Marcelo Caldeira et al. *A Adoção de RFID no Brasil: um estudo exploratório*. Revista de Administração Mackenzie, V. 10, N.1, 2009

TESSARI, R.. *Gestão de Processos de Negócio: um estudo de caso da BPMN em uma empresa do setor moveleiro*. 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós Graduação de Mestrado em Administração da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2008.

RECEITA FEDERAL. Site da Receita Federal. Disponível em:<<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislação/Protocolos/2005/protocolo3.htm>>. Acesso em 13 de setembro de 2011.

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Vantagens Competitivas no Macroprocesso Logístico para Organizações que Utilizam NF-E e RFID

Autores: R. Borin, I. Costa, A. A. Boschi

Orientador: Dr. Ivanir Costa

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: Anais do IV Sidepro

Local da Publicação: São Paulo, SP, Brasil

Mês e Ano da Publicação: Novembro de 2011

Editora: Universidade Paulista UNIP

Total de páginas: 11

ISSN: 1984-2546

Apresentação: Palestra

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Linha de Pesquisa: Redes de Empresa e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Processos de Desenvolvimento e Operação de Sistemas de Informação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

VIRTUALIZAÇÃO, ALTERNATIVA AOS CRESCENTES GASTOS COM NOVOS COMPUTADORES EM EMPRESAS E UNIVERSIDADES

Fábio Vieira do Amaral¹, Marcelo Nogueira², Fábio Luís Pereira³, Jair Minoro Abe⁴, Mariano Sérgio Pacheco Deangel⁵, Barbara de Souza Gutierrez⁶, Mario da Silva Quinello⁷

Abstract: This paper presents an alternative to the lack of investment in new computers in both private enterprises and universities. The servers are updated frequently, but the stations of users do not press the same benefit. Virtualization computing is to harness the spare capacity of servers by giving a survival to conventional computers. As a case study used a computer lab at a university where he set up a server with the Linux Operating System and Virtual Tool Box, which was created a virtual machine with Windows 2003 operating system and software for Windows, was installed only on clients the Linux OS in text mode and the program to make desktop remote access server. All processing of applications used by users of the laboratory are being performed on the Linux server. As a result twenty-five technologically outdated computers gained survival, with reduction in hardware cost.

Index Terms: Linux, Virtualization, Virtual Box, Reduction of hardware costs

Introdução

Este trabalho apresenta uma alternativa à falta de investimento em novos computadores tanto nas empresas privadas como nas universidades. Os servidores são atualizados com frequência, mas as estações dos usuários não primam pelo mesmo benefício.

1 Fábio Vieira do Amaral, Professor Adjunto (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, favamaral@gmail.com

2 Marcelo Nogueira, Coordenador dos cursos de Ciência da Computação, Sistemas de Informação e Pós-Graduação em Engenharia de Software (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, marcelo@noginfo.com.br

3 Fábio Luís Pereira, Professor (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, f.luis01@gmail.com

4 Jair Minoro Abe, Professor (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, jairabe@uol.com.br

5 Mariano Sérgio Pacheco Deangel, Mestrando (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, msp.angelo@gmail.com.br

6 Barbara de Souza Gutierrez, Mestranda (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, ba.gutierrez@yahoo.com.br

7 Mario da Silva Quinello, Mestrando (UNIP), São Paulo, SP, Brasil, marioquinello@hotmail.com

Origem da Proposta

Em duas situações distintas a aquisição de material computacional apresentou um excesso de burocracia, pois algum custo deveria ser gerado:

- Atualização dos computadores de funcionários de nível administrativo em um banco de investimentos.
- Disponibilização de computadores a dois grupos de pesquisa informais de uma universidade.

No primeiro caso, durante o processo de implantação de um servidor de e-mails, o grupo de implantação recebeu como servidor um computador com uma capacidade superestimada em mais de dez vezes o que seria necessário em um plano de expansão das caixas de e-mails para um período de 15 anos.

Para mitigar a ociosidade da capacidade de processamento do servidor se propôs a criação de um ambiente virtualizado, que deveria dar suporte em processamento ao maior número de computadores obsoletos possível. A solução desenvolvida utilizou o sistema operacional Linux e a ferramenta de virtualização VirtualBox para a criação de máquinas virtuais, onde o sistema operacional Windows e aplicativos administrativo passaram a ser executados. O resultado foi a recuperação da capacidade de trabalho de 43 computadores que se transformaram em simples terminais para acesso remoto.

No segundo caso, os grupos de pesquisa continham alunos de graduação em Ciência da Computação e Sistemas de Informação e alunos de pós-graduação em Engenharia de Software. Ambos os grupos necessitavam de computadores para o desenvolvimento de seus projetos extracurriculares, nos campos da robótica, engenharia de software, software livre e lógica paraconsistente. Por se tratar de grupos informais o processo de concessão de equipamentos é mais demorado. A solução foi utilizar um computador que pudesse suprir as necessidades mínimas de um servidor e 18 computadores Pentium 4 que se encontravam fora de uso para as estações. O sistema operacional utilizado foi o Linux e a ferramenta de virtualização, o VirtualBox, onde foram criadas duas máquinas virtuais, a primeira com o sistema operacional Windows 2003 e ferramentas de engenharia de software, e a segunda com o sistema operacional Linux e ferramentas para o desenvolvimento de software de cunho geral.

Virtualização de Servidores

Processo realizado via software no qual se torna possível o compartilhamento dos recursos de hardware de um computador através da emulação de computadores virtuais.

Os computadores virtuais, assim como os computadores físicos, devem ter o seu hardware, sistema operacional e aplicativos instalados e configurados. A proposta é processar em uma única máquina o que normalmente seria processado em várias (Figura 1).

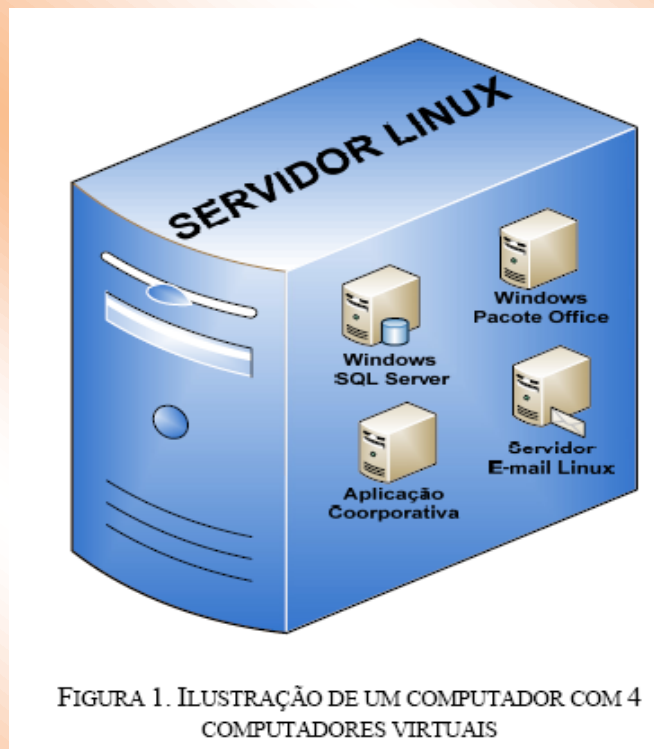


FIGURA 1. ILUSTRAÇÃO DE UM COMPUTADOR COM 4 COMPUTADORES VIRTUAIS

Vantagens

No modelo corporativo tradicional é comum utilizar servidores individuais para cada tipo de atividade, por exemplo, servidores de banco de dados, servidores de e-mail, servidores de arquivos, servidores de impressão, servidores de aplicação, etc. O desperdício de recursos se torna inevitável, pois cada servidor utiliza apenas parte de sua capacidade de processamento, em média de 5% a 10%.

Na busca por reduzir os custos de administração e manutenção, as empresas apostam em um novo paradigma: utilizar recursos de uma forma mais homogênea, através do aproveitamento dos recursos disponíveis (Figura 2).

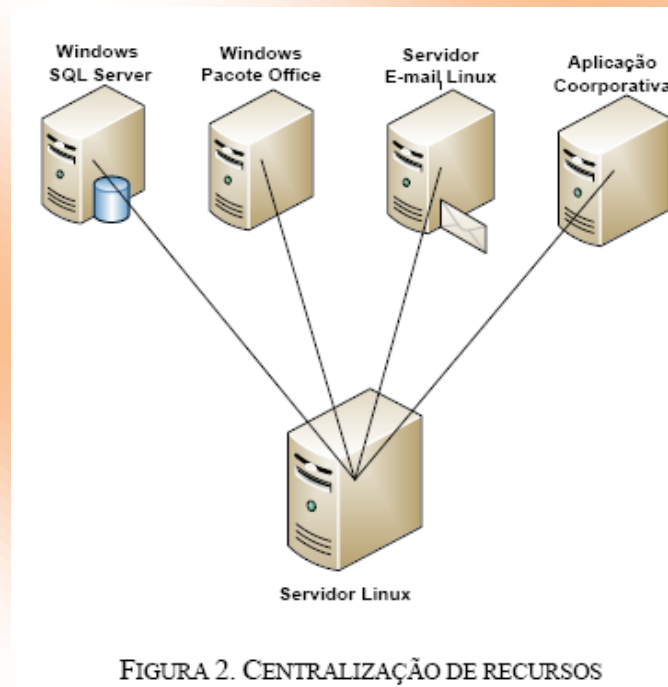


FIGURA 2. CENTRALIZAÇÃO DE RECURSOS

- Reduz a proliferação de servidores;
- Aumento de utilização do servidor físico;
- Melhora a capacidade de gerenciamento de infraestrutura;
- Diminuição dos custos de infraestrutura e gestão;
- Redução do custo com energia elétrica;
- Diminuição dos recursos de refrigeração;
- Aumento da disponibilidade de softwares aplicativos;
- Facilidade de realização de backups;
- Acesso controlado de dados;
- Maior disponibilidade de desktops;
- Redução de pessoal.

Desvantagens

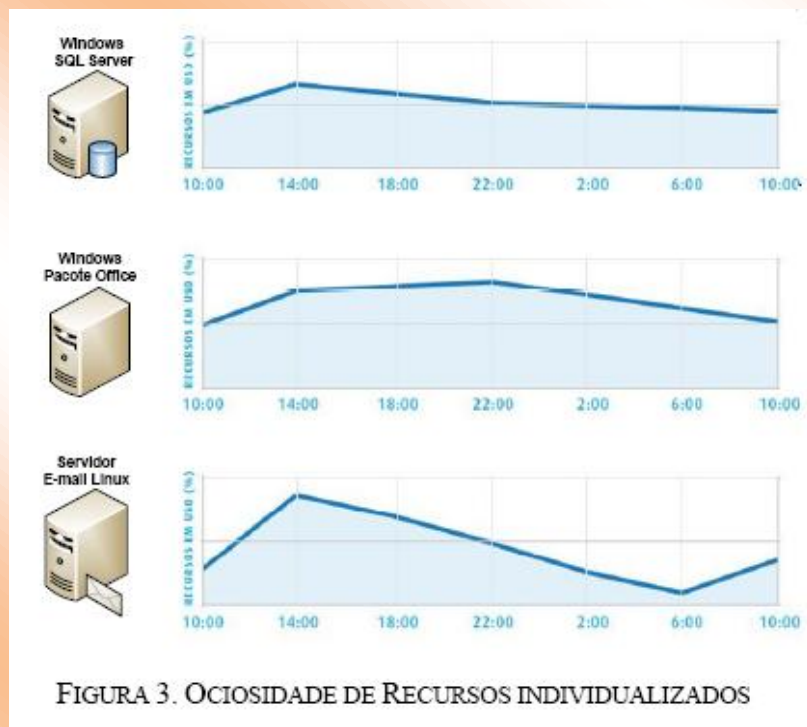
- Consumo elevado de disco;
- Dificuldade de acesso direto ao hardware;
- Consumo de memória elevado.

Estudo de Caso – Datacenter

Em um datacenter de uso comum, cada servidor possui uma função específica, portanto, cada um terá gastos com energia, manutenção, hardware e softwares. Ao trocar o paradigma individual de

trabalho para um ambiente virtualizado, onde as funções se encontram centralizadas em um único servidor, registrou-se uma redução de custos em torno de 60%. Fonte: TI Soluções Ltda [2].

A Figura 3 demonstra a ociosidade de um ambiente com utilização de servidores individuais. No caso do servidor de e-mail a ociosidade se mostrou mais gritante com picos elevados de utilização e picos de falta de utilização. No caso dos servidores de banco de dados e softwares administrativos a ociosidade foi mais homogênea.



O emprego da virtualização se propõe a gerenciar os recursos disponíveis evitando-se desperdícios, com isso, o nível de utilização de processamento se torna mais equilibrado (Figura 4).



Tendência

Segundo a IDC [3], a virtualização está se tornando uma prática padrão entre as mil maiores empresas do mundo, listadas pela revista **Fortune 1.000**.

Falta de Investimento em Segurança

Dentre as ameaças que mais devem colocar em risco o segmento corporativo a virtualização se apresenta com certo destaque. Embora ofereça benefícios importantes, a virtualização move os servidores para fora do perímetro da segurança tradicional e expande o campo de atuação dos cybercriminosos. Fonte: Trend Micro [4].

Este cenário levou a Trend Micro (empresa especializada em segurança para internet) a preparar um estudo para conhecer o nível de segurança utilizado pelas empresas que hoje investem em ambientes virtualizados. De acordo com a pesquisa, cerca de 66% das companhias, que já virtualizaram seus ambientes, ainda não utilizam soluções de segurança focadas nestes ambientes. O levantamento foi realizado com 188 empresas nacionais de diversos estados brasileiros e de todos os portes (22% tem mais de 5 mil estações de trabalho; 31% possui de mil a 5 mil; 16% de 500 a mil; 25% de 100 a 500 e 5% menos de 100). Aproximadamente 64% das empresas já possuem servidores virtualizados; 17% estão virtualizando e 13% pretendem virtualizar em 2010.

Conclusão

Como toda proposta de mudança de paradigma a virtualização apresenta prós e contras. Deve ser encarada com parcimônia. Em ambientes críticos todos os aspectos devem ser levados em consideração antes de uma decisão ser tomada.

No caso do banco de investimento e no caso dos grupos de pesquisa da universidade não haviam opções a se considerar, ou se utilizava um ambiente virtualizado ou não se tinha capacidade computacional para a realização das tarefas mais corriqueiras. Em ambos os casos o investimento foi quase que nenhum. No banco, o investimento já havia sido realizado e na universidade se buscou computadores no depósito de sucata. No caso da universidade, os projetos de software livre foram incentivados apesar de existir um ambiente com software proprietário. Em ambos os casos conseguiu-se um nível de satisfação por parte dos usuários muito interessante. Para os usuários o processamento de suas atividades pelo servidor passam despercebidas até o momento de realizarem alguma operação de entrada e saída no computador, por exemplo, com um pen drive.

Referências

- [1] <http://business.secel.com.br/4-empresas-que-usam-virtualizacao-no-brasil/>
- [2] <http://www.tisolucoes.com/>
- [3] <http://www.idclatin.com/default2.asp?ctr=bra>
- [4] https://esupport.trendmicro.com/prechatform/PT_CONS_SB.aspx

Tipo de Produção: Anais em CD

Título do Texto: Virtualização, Alternativa aos Crescentes Gastos com Novos Computadores em Empresas e Universidades

Autores: F. V. Amaral; M. Nogueira; F.L. Pereira; J. M. Abe; M. S. P. Angelo; B. S. Gutierrez; M. S. Quinello

Orientador: Jair Minoro Abe

Instituição: UNIP

Bolsista: Não

Título do Meio de Publicação: *International Conference on Engineering and Computer Education, ICECE 2011*

Local da Publicação: Guimarães – Portugal

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: COPEC – Science and Education Research Council

Página inicial e página final: 176-186

ISBN: 9788589120975

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

LIVROS (REFERÊNCIAS) E CAPÍTULOS DE LIVROS PUBLICADOS

Meio de Publicação: Livro

Título do Livro: *Advances in Cleaner Production*

Editores: Biagio F. Giannetti, Cecilia M. V. B. Almeida, Silvia H. Bonilla

Local da Publicação: New York

Ano da Publicação: 2011

Editora: Nova Science Publishers, Inc.

Site: <http://www.novapublishers.com>

Volume: 1

Total de páginas: 59p.

ISBN: 978-1-61209-932-3

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

Tipo de Produção: Livro de resumos

Título do Livro: *Advances in Cleaner Production – Proceedings of the 3rd International Workshop*

Editores: B. F. Giannetti; C. M. V. B. Almeida; S. H. Bonilla

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World” Advances in Cleaner Production – Conference Proceedings*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis - São Paulo – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18-20 de maio 2011

Editado pela Universidade Paulista

Resumo completo em: www.advancesincleanerproduction.net

Total de páginas: 276p.

ISSN: 1984-8455

Apresentação: Não houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA CONSISTENTES COMO MÉTODO DE AUXÍLIO À ANÁLISE DE SINAIS DE ELETROENCEFALOGRAMA

Helder Frederico da Silva Lopes¹

Jair Minoro Abe²

¹Departamento de Neurologia – CEREDIC – Faculdade de Medicina da USP

²Universidade Paulista

²Instituto de Estudos Avançados – USP

Resumo: A análise visual do eletroencefalograma (EEG) tem se mostrado útil na ajuda diagnóstica de demências, tal como doenças de Alzheimer (DA), sendo indicado em alguns protocolos clínicos quando o diagnóstico permanece em aberto após a avaliação inicial. Porém, tal análise está sujeita naturalmente à imprecisão inerente de equipamentos, movimentos do paciente, registros elétricos e variação da interpretação da análise visual do médico. Utilizando a teoria das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes (RNAP) como ferramenta de análise capaz de tratar dados incertos e contraditórios dos sinais biológicos registrados pelo EEG, chegamos à conclusão de que a RNAP é uma promissora ferramenta para análise deste tipo de sinal biológico.

Palavras-chave: Eletroencefalografia, Lógica Paraconsistente, Redes Neurais Artificiais, demência, reconhecimento de padrões

Abstract: The visual analysis of electroencephalogram (EEG) has proven useful in assisting diagnosis of dementias such as Alzheimer's disease (AD), as indicated in some clinical protocols when the diagnosis remains open after the initial evaluation. However, this analysis is of course subject to the inherent imprecision of equipment, movement of the patient, electrical and variation of interpretation of the visual analysis of the physician. Using the theory of Paraconsistent Artificial Neural Networks (RNAP) as an analysis tool capable of handling uncertain and conflicting data of biological signals recorded by EEG came to the conclusion that the RNAP is a promising tool for analyzing this type of biological signal.

Keywords: Electroencephalography, Paraconsistent Logic, Artificial Neural Networks, dementia, partner recognition

Introdução

A utilização de ferramentas matemáticas e computacionais em análise de sinais biológicos tem sido promissora área de aplicação na área médica.

Dentre várias aplicações, o uso de ferramentas de análise de sinais biológicos de eletroencefalograma (EEG) vem se tornando cada vez mais necessário visto que diversos estudos mostram que a análise dos padrões de EEG pode ser útil no auxílio ao diagnóstico de demências, sendo indicada em alguns protocolos clínicos (CLAUS et al., 1999; CREVEL et al., 1999).

O registro do sinal do EEG pode ser interpretado como flutuações de voltagem com mistura de ritmos podendo ter frequentemente aparência sinusoidal, com frequência entre 0,1 Hz a 70 Hz. Na prática clínico-fisiológica, estas frequências são agrupadas em bandas: delta (0,1 Hz a 4,0 Hz), teta (4,1 Hz a 8,0 Hz), alfa (8,1 Hz a 12,5 Hz) e beta (maior que 13 Hz) (MONTENEGRO et al., 2001).

Durante a vigília relaxada, o EEG normal em adultos é predominantemente composto por frequências pertencentes à banda alfa, as quais são geradas por interações dos sistemas cortico-cortical e tálamo-cortical (STERIADE et al., 1990; LOPES DA SILVA, 1991).

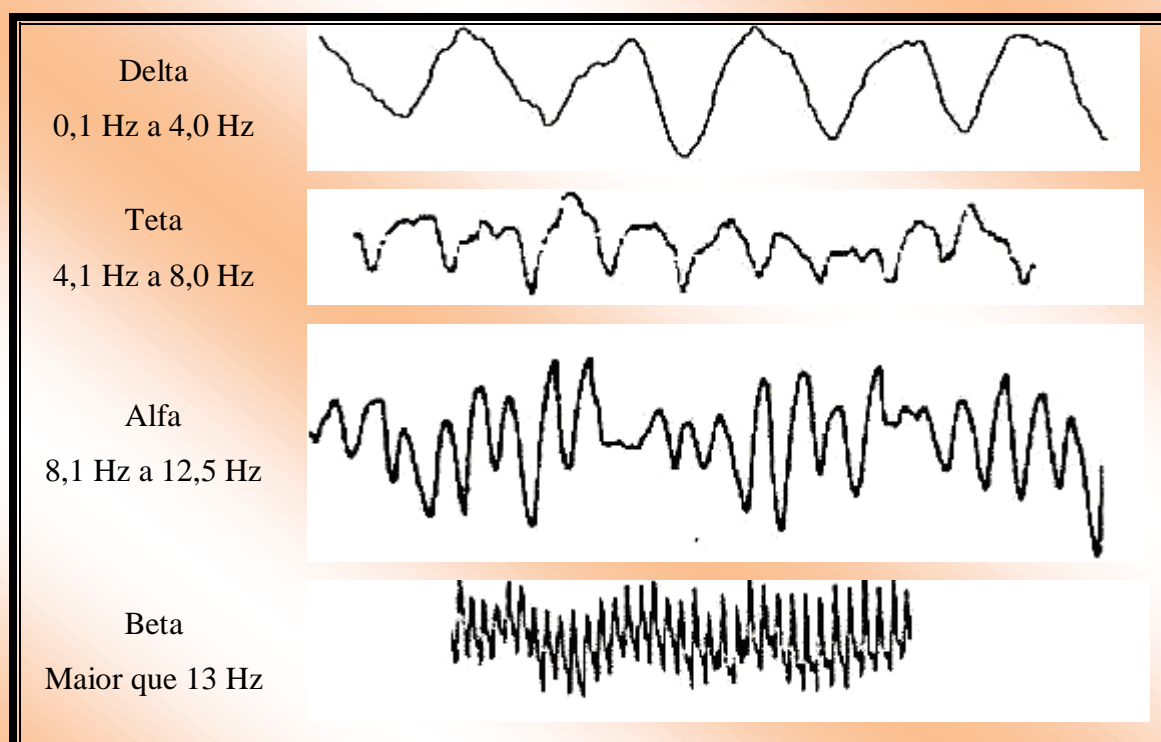


Figura I - Bandas de frequências clinicamente estabelecidas e habitualmente encontradas no EEG (MONTENEGRO et al., 2001)

Por se tratar de um sinal biológico, os padrões de sinais do EEG apresentam imprecisões e contradições inerentes, o que dificulta o tratamento e a análise desse tipo de sinal. Contudo, técnicas computacionais, denominadas Eletroencefalograma quantitativo (EEGq), auxiliam na quantificação dos traçados de EEG, com o objetivo de agilizar e aumentar a precisão das interpretações da análise do EEG.

Conforme já ilustrado em diversos estudos, a teoria das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes (RNAP) se mostra uma promissora ferramenta de análise de sinais com cuja características se assemelham às dos sinais de EEG.

Desse modo, utilizamos em nossos estudos a RNAP, como ferramenta de análise de sinais de EEG, em ensaios que nos possibilitaram verificar a aplicação da RNAP desde o reconhecimento de padrões de EEG até a tomada de decisão em relação aos dados analisados.

Método

Rede Neural Artificial Paraconsistente (RNAP) é uma nova classe de rede neural artificial introduzida em (DA SILVA FILHO et al., 2008). Sua base se apoia em lógica paraconsistente anotada $E\tau$ (ABE, 1992).

Considerando as fórmulas atômicas da lógica paraconsistente anotada $E\tau$ do tipo $p(\mu, \lambda)$, em que $(\mu, \lambda) \in [0, 1] \times [0, 1]$ é o intervalo real unitário (p denota uma variável proposicional), em que $p(\mu, \lambda)$ pode ser intuitivamente lido: “Presume-se evidências favoráveis que p é μ e evidência contrária é λ .” Assim:

- $p(1.0, 0.0)$ pode ser lido como uma proposição verdadeira.
- $p(0.0, 1.0)$ pode ser lido como uma proposição falsa.
- $p(1.0, 1.0)$ pode ser lido como uma proposição inconsistente.
- $p(0.0, 0.0)$ pode ser lido como uma proposição (desconhecida) paracompleta.
- $p(0.5, 0.5)$ pode ser lido como uma proposição indeterminada.

Nós introduzimos os seguintes conceitos (todas as considerações são tomadas com $0 \leq \mu, \lambda \leq 1$):

- Grau de incerteza (Eq. 1);
- Grau de certeza (Eq. 2);

$$G_{un}(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1 \quad (1)$$

$$G_{ce}(\mu, \lambda) = \mu - \lambda \quad (2)$$

Uma relação de ordem é definida em $[0, 1]^2$: $(\mu_1, \lambda_1) \leq (\mu_2, \lambda_2) \Leftrightarrow \mu_1 \leq \mu_2$ e $\lambda_1 \leq \lambda_2$, constituindo uma rede que será simbolizada por τ .

Com os graus de incerteza e de certeza, podemos obter a seguinte saída de 12 estados (Tabela I): estados extremos e os estados não extremos.

Tabela I - Estados extremos e não extremos

Estados extremos	Símbolo	Estados não extremos	Símbolo
Verdadeiro	V	Quase verdadeiro tendendo a inconsistente	$Qv \rightarrow T$
Falso	F	Quase verdadeiro tendendo a paracompleto	$Qv \rightarrow \perp$
Inconsistente	T	Quase falso tendendo a inconsistente	$Qf \rightarrow T$
Paracompleto	\perp	Quase falso tendendo a paracompleto	$Qf \rightarrow \perp$
		Quase inconsistente tendendo a verdadeiro	$T \rightarrow v$
		Quase inconsistente tendendo a falso	$T \rightarrow f$
		Quase paracompleto tendendo a verdadeiro	$\perp \rightarrow v$
		Quase paracompleto tendendo a falso	$\perp \rightarrow f$

Alguns valores de controle adicionais são:

- $V_{sct} =$ Valor máximo de controle de incerteza = Ft_{ct}
- $V_{scc} =$ Valor máximo de controle de certeza = Ft_{ce}
- $V_{icct} =$ Valor mínimo de controle de incerteza = $-Ft_{ct}$
- $V_{icc} =$ Valor mínimo de controle de certeza = $-Ft_{ce}$

Todos os estados estão representados na figura a seguir (Figura II).

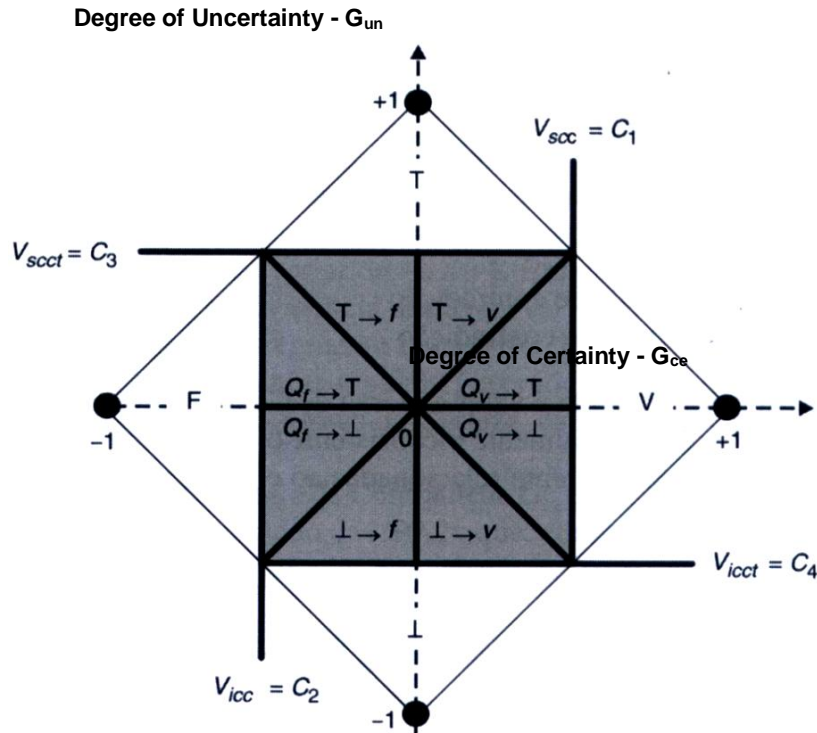


Figura II - Estados extremos e não extremos

Na RNAP, o grau de certeza G_{ce} indica a falsidade da “medida” ou grau de verdade. O grau de incerteza G_{un} indica a “medida” da inconsistência ou paracompletude. Se o grau de certeza é baixo ou o grau de incerteza é elevado, ele gera uma indefinição.

O grau de certeza G_{ce} resultante é obtido da seguinte forma:

- Se: $V_{icc} \leq G_{un} \leq V_{scc}$ ou $V_{scct} \leq G_{un} \leq V_{icct} \Rightarrow G_{ce} = \text{Indefinição}$
- Para: $V_{cpa} \leq G_{un} \leq V_{scct}$

Se: $G_{un} \leq V_{icc} \Rightarrow G_{ce} = \text{Falso com o grau } G_{un}$

$V_{scct} \leq G_{un} \Rightarrow G_{ce} = \text{Verdadeiro com grau } G_{un}$

A Célula Neural Artificial Paraconsistente (CNAP) – é chamada CNAP básica (Figura III) quando dado um par (μ, λ) é usado como entrada e resultando como saída:

- $S_{2a} = G_{un} = \text{grau de incerteza resultante.}$
- $S_{2b} = G_{ce} = \text{grau de certeza resultante.}$
- $S_1 = X = \text{constante de indefinição.}$

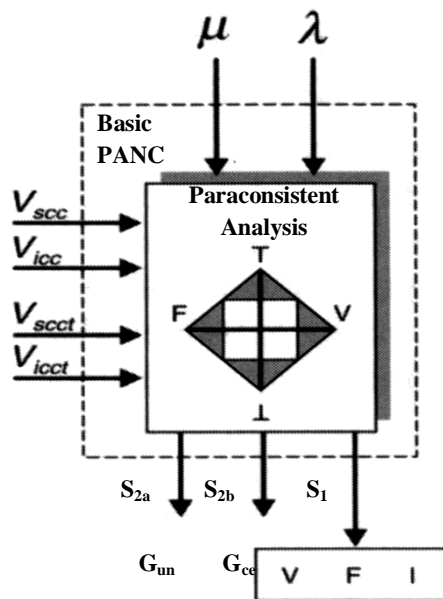


Figura III - CNAP básica

Utilizando os conceitos da CNAP básica, podemos obter a família de CNAP usada em nossos estudos: Conexão analítica (CNAPca), Maximização (CNAPmax), e Minimização (CNAPmin), conforme descrito na Tabela II:

Tabela II - Células neurais artificiais paraconsistentes

CNAP	Entradas	Cálculos	Output
Conexão Analítica CNAPca	μ λ F_{tct} F_{tce}	$\lambda_c = 1 - \lambda$ G_{un} G_{ce} $\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	If $ G_{ce} > F_{tce}$ then $S_1 = \mu_r$ and $S_2 = 0$ If $ G_{un} > F_{tct}$ and $ G_{un} > G_{ce} $ then $S_1 = \mu_r$ and $S_2 = G_{un} $ if not $S_1 = 1/2$ and $S_2 = 0$
Maximização CNAPmax	μ λ	G_{ce} $\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	If $\mu_r > 0.5$, then $S_1 = \mu$ If not $S_1 = \lambda$
Minimização: CNAPmin	μ λ	G_{ce} $\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	If $\mu_r < 0.5$, then $S_1 = \mu$ if not $S_1 = \lambda$

A célula neural artificial paraconsistente de células de conexão analítica (CNAPca) é a célula principal de todas as RNAP, obtendo o grau de certeza (G_{ce}) e o grau de incerteza (G_{un}) das entradas e os fatores de tolerância.

Esta célula é o *link* que permite diferentes regiões da RNAP executar processamento de sinal em um ambiente distribuído e com muitas conexões paralelas (DA SILVA FILHO et al., 2008).

A tolerância a diferentes fatores de certeza (ou contradição) atua como inibidores de sinais, controlando a passagem de sinais a outras regiões da RNAP, de acordo com as características da arquitetura desenvolvida.

A célula neural artificial paraconsistente de célula de maximização (CNAPmax) permite a seleção do valor máximo entre as entradas.

Estas células funcionam como conectivos lógicos OU entre sinais de entrada. Para isso é feita uma análise simples, através da equação do grau de evidência que, assim, vai dizer qual dos dois sinais de entrada é de maior valor, estabelecendo assim o sinal de saída (SILVA FILHO et al., 2008).

A célula neural artificial paraconsistente de célula de maximização (CNAPmin) permite a seleção do valor mínimo entre as entradas.

Estas células funcionam como conectivos lógicos E entre os sinais de entrada. Para isso é feita uma análise simples, através da equação do grau de evidência que, assim, vai dizer qual dos dois sinais de entrada é de menor valor, estabelecendo assim o sinal de saída (SILVA FILHO et al., 2008).

Combinando o processamento das CNAP citadas, é possível construir um sistema neural artificial paraconsistente (SNAP) para análise de sinais com base no SNAP de tratamento de contradições, conforme descrito em Silva Filho et al., 2008.

Para a realização do processamento dos sinais do EEG, criou-se um método de análise denominado análise morfológica.

O processo de análise morfológica é feito através da comparação com um determinado conjunto de padrões de sinais (ondas) armazenados no banco de dados de controle. Uma onda é associada a um vetor (sequência finita de números naturais) por meio de amostragem digital. Esse vetor caracteriza um padrão de onda e é registrado pela RNAP. Assim, novas ondas são comparadas, permitindo seu reconhecimento ou não.

Cada onda do exame de EEG corresponde a uma porção de um segundo do exame. Cada segundo do exame contém 256 posições.

A onda que obtiver a maior evidência favorável e menor evidência contrária é escolhida como a onda mais similar com a onda analisada.

O banco de dados de controle é composto por ondas contendo 256 posições com morfologia senoidal perfeita, variando 0,5 Hz contemplando os grupos de ondas Delta, Teta, Alfa e Beta (de 0,5 Hz a 30,0 Hz).

Em outras palavras, a análise morfológica verifica a similaridade entre a onda do exame de EEG em um banco de dados de referência que representa padrões de ondas.

Antes de iniciar a análise morfológica é necessário preparar os dados do exame para a eliminação de ciclo e normalização de valores. Como valores reais do exame podem variar, em módulo, algo de 10 μV até 1500 μV , fazemos uma normalização dos valores entre -100 μV e 100 μV com uma conversão linear simples, para facilitar a manipulação dos dados:

$$x = \frac{100.a}{m} \quad (3)$$

Onde: m é o valor máximo no exame.

a é o valor atual do exame.

x é o valor atual do exame normalizado.

O valor mínimo do exame considerado como zero e os valores restantes são convertidos proporcionalmente por meio de translação.

Vale a pena observar que o processo acima não permite a perda de quaisquer características de onda essencial para a nossa análise.

Uma vez os dados normalizados, o processo seguinte é a submissão dos dados pela análise de três sistemas especialistas: Sistema Especialista 1 – Verificação de Números de Picos, Sistema Especialista 2 – Verificação de Pontos Similares e Sistema Especialista 3 – Verificação de pontos diferentes.

O objetivo do Sistema Especialista 1 é comparar as ondas e analisar as suas diferenças em relação ao número de picos (Eq. 4).

Em termos práticos, pode-se dizer que, quando analisados os picos de onda, estamos analisando a frequência resultante de onda (de maneira rudimentar).

Vale lembrar que, por ser um sinal biológico, não devemos trabalhar com quantificação absoluta devido à característica de variabilidade deste tipo de sinal. Portanto, deve-se sempre levar em consideração um fator de tolerância.

$$Se_1 = 1 - \left(\frac{\left(\frac{|bd - vt|}{bd + vt} \right)}{\left(\frac{|bd - vt|}{bd + vt} \right)} \right) \quad (4)$$

Onde: vt é o número de picos da onda.

bd é o número de picos da onda armazenada no banco de dados.

Se_1 é o valor resultante do cálculo.

O objetivo do Sistema Especialista 2 é comparar as ondas e analisar sua similaridade em relação a pontos semelhantes (Eq. 5).

$$Se_2 = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j)}{n} \quad (5)$$

Onde: n é o número total de elementos.

x é o elemento da posição atual.

j é a posição atual.

Se_2 é o resultado do cálculo.

O objetivo do Sistema Especialista 3 é comparar as ondas e analisar sua similaridade em relação a diferenças de seus pontos.

$$Se_3 = 1 - \left(\frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_j - y_j|}{a} \right)}{n} \right) \quad (6)$$

Onde: n é o número total de elementos.

a é o valor máximo permitido.

j é a posição atual.

x é o valor da onda 1.

y é o valor da onda 2.

Se_3 é o valor resultante do cálculo.

Após a obtenção dos dados extraídos pelos três sistemas especialistas, tais dados são submetidos à análise da RNAP.

A arquitetura da RNAP utilizada na tomada de decisão é baseada na arquitetura do Sistema Neural Artificial Paraconsistente para o Tratamento de Contradições.

Tal sistema promove o tratamento de contradições, de forma contínua entre os sinais de informações, que recebe três sinais de entrada e apresenta, como resultado, um valor que representa o consenso entre as três informações. As contradições entre os dois valores são adicionadas ao terceiro valor, de modo que a saída seja o valor proposto pela maioria dominante. A análise é imediata e similar ao funcionamento dos neurônios biológicos.

Este método é usado na RNAP (Figura V) para equilibrar os dados recebidos dos sistemas especialistas. Em seguida, os valores resultantes são submetidos a um reticulado de tomada de decisão para determinar o reconhecimento (Figura IV).

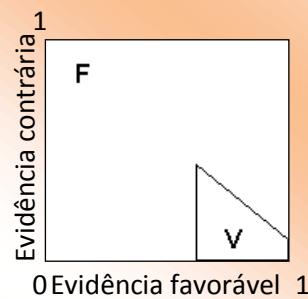


Figura IV - Reticulado de tomada de decisão usado na análise morfológica após a análise da RNAP; F: estado lógico falso (interpretado como onda não similar); V: estado lógico verdadeiro (interpretado como similar).

Tabela III - Reticulado de tomada de decisão usado na análise morfológica (Figura IV).

Limites das áreas do reticulado		
Verdadeiro	$E_f > 0.61$	$E_c < 0.40$ $G_{ce} > 0,22$
Falso	$E_f < 0.61$	$E_c > 0.40$ $G_{ce} \leq 0,23$

Ec: evidência contrária; Ef: evidência favorável; G_{ce}: grau de certeza

A definição das regiões do reticulado de tomada de decisão foi feita através de testes duplo-cegos, ou seja, a cada bateria de testes, um validador, verificados os resultados e retornando somente o percentual de respostas corretas. Depois de testar várias configurações diferentes, foi definida a configuração das regiões cuja estrutura de tomada de decisão teve um melhor percentual de sucesso.

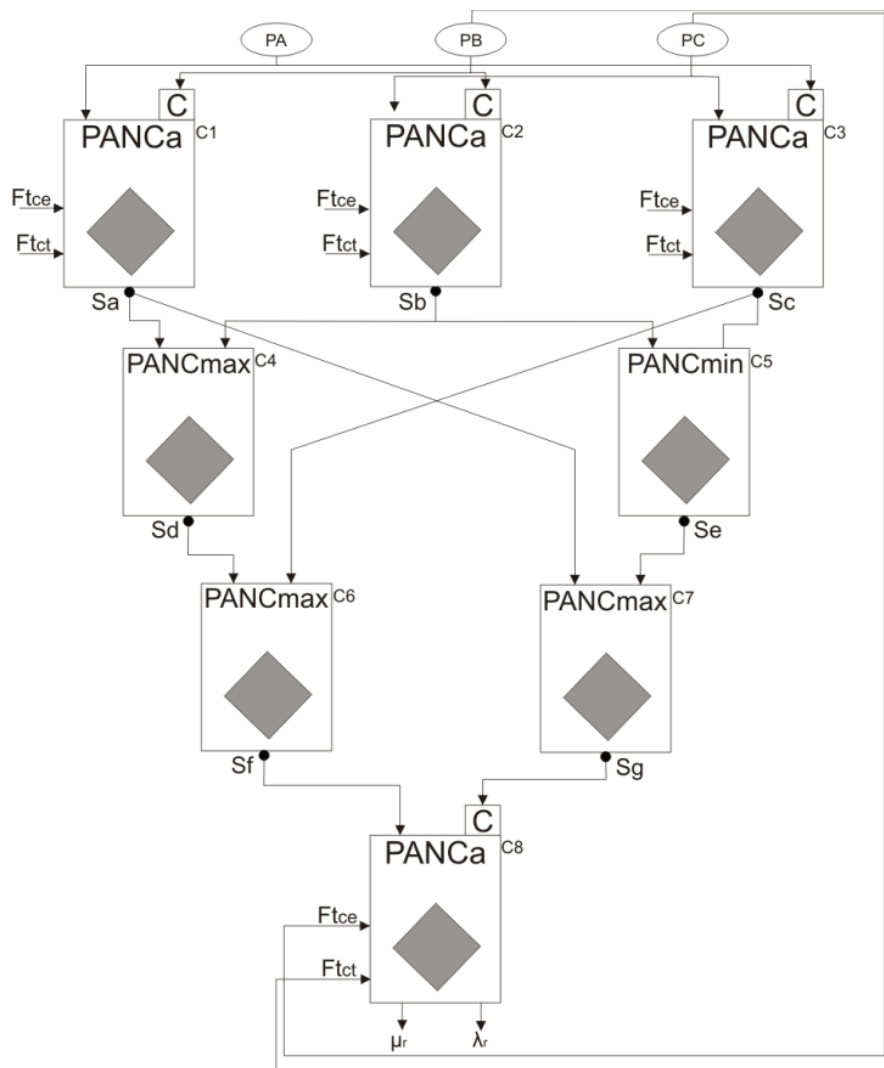


Figura V - Arquitetura da Análise Morfológica. Três sistemas especialistas: PA, para o Sistema Especialista 1; PB, para o Sistema Especialista 2, e PC, para o sistema Especialista 3.

Primeira camada da RNAP: C1 processa os dados de entrada de PA e PB; C2 processa os dados de entrada de PB e PC; C3 processa os dados de entrada de PC e PA.

Segunda camada da RNAP: C4 calcula o valor da evidência máxima entre as células C1 e C2; C5 calcula o valor da evidência mínima entre as células C2 e C3;

Terceira camada da RNAP: C6 calcula o valor da evidência máxima entre as células C4 e C3; C7 calcula o valor da evidência mínima entre as células C1 e C5;

Quarta camada da RNAP: C8 resulta o valor de decisão final.

PANCa = Célula Neural Artificial Paraconsistente de Conexão Analítica (CNAPca).

PANCmax = Célula Neural Artificial Paraconsistente de Conexão Lógica simples de maximização (CNAPmax).

PANCmin= Célula Neural Artificial Paraconsistente de Conexão Lógica simples de minimização (CNAPmin).

$F_{t_{ce}}$ = Fator de tolerância à certeza; $F_{t_{ct}}$ = Fator de tolerância à contradição;

Sa = Saída da célula C1; Sb = Saída da célula C2; Sc = Saída da célula C3; Sd = Saída da célula C4;

Se = Saída da célula C5; Sf = Saída da célula C6; Sg = Saída da célula C7;

C = Valor de entrada complementada;

μ_r = Valor de saída da RNAP; λ_r = Valor de saída da RNAP.

A seguir, vamos exemplificar os conceitos propostos da análise morfológica utilizando um exemplo hipotético de comparação de vetores (ondas) compostos de vinte elementos e uma amplitude máxima de 11 pontos (de 0 a 10).

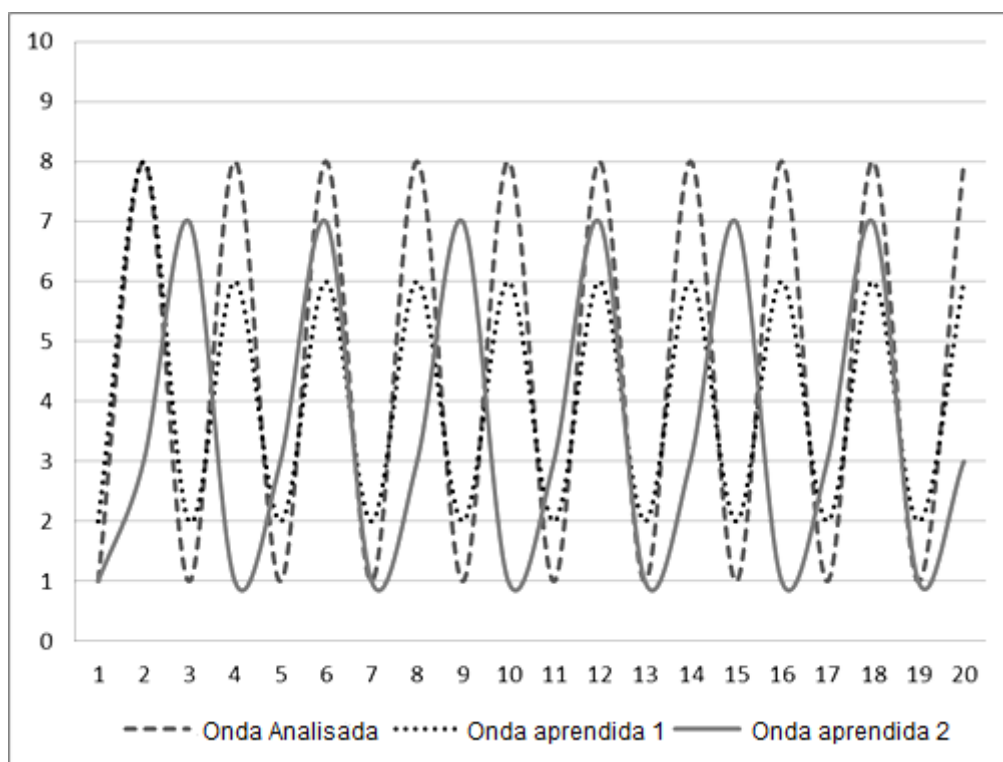


Figura VI - Representação visual dos vetores utilizados no exemplo de processamento da análise morfológica. Seus valores encontram-se na Tabela IV.

Tabela IV - Valores dos vetores utilizados no exemplo de processamento da análise morfológica. Suas representações gráficas podem ser vistas da Figura VI.

Vetores (ondas)	Valores																	
Onda Analisada	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8
Onda Apreendida 1	2	8	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6
Onda Apreendida 2	1	3	7	1	3	7	1	3	7	1	3	7	1	3	7	1	3	

A *Onda Analisada* é a onda que será submetida ao reconhecimento da RNAP. A *Onda Apreendida 1* e a *Onda Apreendida 2* são duas ondas que foram previamente armazenadas no banco de dados de controle.

Realizando as comparações entre as ondas usando os sistemas especialistas, respectivamente, temos: Sistema Especialista 1 (Tabela V), Sistema Especialista 2 (Tabelas 6 e 7) e o Sistema Especialista 3 (Tabelas 8 e 9).

Tabela V - Sistema Especialista 1 - Verificação de Números de Picos

Ondas	Onda analisada	Onda Apreendida 1	Onda Apreendida 2
Picos	9	9	6
Diferença entre o número de picos, normalizados pelo número total de picos:		0	0,2
Sistema Especialista 1 (Se_1):		1	0,8

Tabela VI - Sistema Especialista 2 – Verificação de Pontos Similares. Comparação entre a Onda Analisada e a Onda Apreendida 1.

Onda Analisada	Onda Apreendida 1	Números de pontos iguais	Onda Analisada	Onda Apreendida 1	Números de pontos iguais
1	2	0	1	2	0
8	8	1	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
Somatória da diferença normalizada: 1					
Sistema Especialista 2 (Se_2) – Normalizado pelo total de elementos: 0,05					

Tabela VII - Sistema Especialista 2 – Verificação de Pontos Similares. Comparação entre a Onda Analisada e a Onda Apreendida 2.

Onda Analisada	Onda Apreendida 2	Números de pontos iguais	Onda Analisada	Onda Apreendida 2	Números de pontos iguais
1	2	0	1	2	0
8	8	1	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
1	2	0	1	2	0
8	6	0	8	6	0
Somatória da diferença normalizada: 1					
Sistema Especialista 2 (Se_2) – Normalizado pelo total de elementos: 0,05					

Tabela IX - Sistema Especialista 3 – Verificação de pontos diferentes. Comparação entre a Onda Analisada e a Onda Aprendida 2.

Onda Analisada	Onda Aprendida 2	Diferença (em módulo)	Diferença normalizada pela amplitude máxima
1	1	0	0
8	3	5	0,5
1	7	6	0,6
8	1	7	0,7
1	3	2	0,2
8	7	1	0,1
1	1	0	0
8	3	5	0,5
1	7	6	0,6
8	1	7	0,7
1	3	2	0,2
8	7	1	0,1
1	1	0	0
8	3	5	0,5
1	7	6	0,6
8	1	7	0,7
1	3	2	0,2
8	7	1	0,1
1	1	0	0
8	3	5	0,5
Somatória das diferenças normalizadas: 6,8			
Sistema Especialista 3 (Se_3) – Normalizado pelo total de elementos: 0,34			
Complementado: 0,66			

A seguir (Tabela X) são apresentados os valores de cada sistema especialista que serão as entradas da RNAP (Figura V). Após o processamento da RNAP, serão obtidos os valores de saída (Tabela XI).

Tabela X - Valores dos Sistemas Especialistas.

Caso	Sistema Especialista 1 (Se_1)	Sistema Especialista 2 (Se_2)	Sistema Especialista 3 (Se_3)
Onda Analisada			
×	1,00	0,05	0,86
Onda Apreendida 1			
Onda Analisada			
×	0,80	0,05	0,66
Onda Apreendida 2			

Tabela XI - Evidência Contrária e Evidência Favorável resultante da RNAP.

Caso	Evidência Favorável	Evidência Contrária
Onda Analisada × Onda Apreendida 1	0,69	0,48
Onda Analisada × Onda Apreendida 2	0,58	0,38

De acordo coma Tabela XI, podemos ver que a Onda Apreendida 1 possui o melhor conjunto de evidências, ou seja, a Onda Apreendida 1 é a mais similar à Onda Analisada.

Resultados

Neste estudo, sete diferentes exames de EEG foram analisados, sendo dois pertencentes a adultos sem distúrbios de aprendizagem ou outras doenças demenciais, e cinco exames pertencentes a crianças com diagnóstico de distúrbios de aprendizagem (exames e diagnósticos fornecidos pela ENSCER).

Cada análise foi dividida em três ensaios, cada ensaio consistiu de 10 segundos de análise, livres artefatos em relação à análise visual do traçado, dos canais de T3 e T4.

Na primeira bateria de testes foi utilizado um filtro de reconhecimento de ondas de banda Delta. Na segunda bateria de testes foi utilizado um filtro de reconhecimento de ondas Teta. Na terceira bateria de testes não foram utilizados filtros, ou seja, o sistema ficou livre para realizar o reconhecimento necessário (Tabelas XII até XVIII).

Tabela XII - Tabela de contingência

		Análise Visual					Total
		Delta	Teta	Alfa	Beta	N/R	
Análise RNAP	Delta	31	3	0	0	0	34
	Teta	15	88	1	1	0	105
	Alfa	0	5	22	0	0	27
	Beta	0	0	1	3	0	4
	N/R	7	2	1	0	0	10
	Total	53	98	25	4	0	180

Index Kappa = 0.80; N/R = Não reconhecido

Tabela XIII - Resultado estatístico – Sensibilidade e especificidade: Ondas Delta.

		Análise visual		
		Delta	Não Delta	Total
Análise RNAP	Verdadeiro	31	124	155
	Falso	22	3	25
	Total	53	127	180

Sensibilidade = 58%; Especificidade = 97%

Tabela XIV - Resultado estatístico – Sensibilidade e especificidade: Ondas Teta.

		Análise visual		
		Teta	Não Teta	Total
Análise RNAP	Verdadeiro	88	65	153
	Falso	10	17	27
	Total	98	82	180

Sensibilidade = 89%; Especificidade = 79%

Tabela XV - Resultado estatístico – Sensibilidade e especificidade: Ondas Alfa.

		Análise visual		
		Alfa	Não Alfa	Total
Análise RNAP	Verdadeiro	22	150	172
	Falso	3	5	8
	Total	25	155	180

Sensibilidade = 88%; Especificidade = 96%

Tabela XVI - Resultado estatístico – Sensibilidade e especificidade: Ondas Beta.

		Análise Visual		
		Beta	Não Beta	Total
Análise RNAP	Verdadeiro	3	175	178
	Falso	1	1	2
	Total	4	176	180

Sensibilidade = 75%; Especificidade = 99%

Tabela XVII - Resultado estatístico – Sensibilidade e especificidade: Ondas não reconhecidas.

		Análise Visual		
		Não reconhecida	Reconhecida	Total
Análise RNAP	Verdadeiro	0	170	170
	Falso	0	10	10
	Total	0	180	180

Sensibilidade = 100%; Especificidade = 94%

Tabela XVIII - Resultado dos testes

T	V	RNAP	T	V	RNAP	T	V	RNAP	T	V	RNAP
1	D	D	46	T	T	91	A	-	136	D	D
2	T	T	47	D	D	92	T	T	137	D	D
3	D	D	48	A	A	93	T	T	138	D	-
4	D	T	49	T	T	94	T	T	139	T	T
5	T	T	50	T	T	95	T	T	140	T	T
6	T	T	51	T	T	96	A	A	141	D	D
7	D	D	52	T	T	97	T	T	142	T	T
8	A	A	53	T	T	98	T	T	143	T	T
9	T	T	54	T	T	99	T	T	144	D	-
10	T	T	55	T	T	100	T	T	145	T	T
11	T	T	56	T	D	101	T	T	146	D	D
12	T	T	57	T	T	102	T	A	147	D	D
13	T	T	58	A	A	103	T	T	148	T	T
14	T	T	59	A	B	104	D	T	149	A	A
15	T	T	60	D	T	105	T	T	150	A	A
16	T	T	61	T	A	106	A	A	151	D	D
17	T	T	62	T	D	107	T	T	152	D	T
18	A	A	63	B	T	108	T	T	153	D	D
19	B	B	64	T	A	109	T	T	154	T	T
20	D	T	65	D	D	110	D	-	155	D	-
21	D	D	66	T	A	111	A	A	156	D	-
22	T	T	67	T	-	112	T	A	157	A	A
23	D	D	68	T	T	113	T	T	158	A	A
24	D	T	69	D	D	114	T	T	159	D	D
25	T	T	70	T	T	115	T	T	160	T	T
26	T	T	71	D	-	116	D	D	161	D	D
27	D	D	72	D	T	117	D	T	162	D	D
28	A	A	73	T	T	118	A	A	163	D	T
29	T	T	74	T	T	119	T	T	164	D	D
30	T	T	75	T	T	120	D	D	165	T	T
31	T	T	76	A	A	121	A	A	166	D	T
32	T	T	77	T	T	122	T	T	167	D	D
33	T	T	78	D	T	123	T	T	168	T	T
34	T	T	79	T	T	124	T	T	169	T	T
35	T	T	80	T	T	125	T	T	170	T	T
36	D	T	81	A	A	126	D	D	171	D	D
37	D	T	82	T	D	127	T	T	172	D	-
38	A	A	83	B	B	128	T	T	173	T	T
39	B	B	84	A	A	129	A	A	174	A	A
40	T	T	85	D	D	130	T	T	175	A	T
41	D	D	86	A	A	131	T	T	176	T	T
42	D	D	87	T	-	132	T	T	177	A	A
43	D	D	88	T	T	133	D	T	178	T	T
44	D	T	89	D	D	134	T	T	179	T	T
45	T	T	90	T	T	135	D	D	180	A	A

T: Número do teste; **Visual:** Resultado da análise visual do traçado; **RNAP:** Resultado da análise da Rede Neural Artificial Paraconsistente (- : não reconhecido; **D:** Delta; **T:** Teta; **A:** Alfa; **B:** Beta).

Conclusão

Algumas melhorias ainda devem ser pesquisadas e implementadas para melhor eficácia do método, mas como é possível perceber pelos resultados apresentados, o método proposto de análise morfológica de ondas é uma promissora aplicação das teorias da Lógica Paraconsistente e Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes, que podem ser estendidas a outras aplicações que necessitam de análise de perfis e comparações de vetores.

Bibliografia

- ABE, J. M. *Foundations of Annotated Logics*, PhD thesis (in Portuguese) University of São Paulo, Brazil, 1992.
- ABE, J. M. *Some Aspects of Paraconsistent Systems and Applications*, *Logique et Analyse*, 157(1997), 83-96.
- ABE, J. M.; LOPES, H. F. S.; ANGHINAH, R. *Paraconsistent Artificial Neural Network and Alzheimer Disease: A Preliminary Study*, *Dementia & Neuropsychologia*, Vol 3, 241-247, 2007.
- ANGHINAH, R. **Estudo da densidade espectral e da coerência do eletroencefalograma em indivíduos adultos normais e com doença de Alzheimer provável**, PhD thesis (in Portuguese), Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- ANSARI, D.; KARMILOFF-SMITH, A. *Atypical trajectories of number development: a neuroconstructivist perspective*. *Trends In Cognitive Sciences*, 12:511-516, 2002.
- BLONDS, T. A. *Attention-Deficit Disorders and Hyperactivity*. In *Developmental Disabilities in Infancy and Ramus, F., Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction?* *Current Opinion in Neurobiology*, 13:1-7, 2003.
- DA SILVA FILHO, J. I. **Métodos de interpretação da Lógica Paraconsistente Anotada com anotação com dois valores LPA2v com construção de Algoritmo e implementação de Circuitos Eletrônicos**. São Paulo: EPUSP, PhD thesis (in Portuguese), 1999.
- DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M.; TORRES, G. L. **Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes** (in Portuguese). São Paulo: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 313 p., 2008.
- GALLARBURDA, A. M.; SHERMAN, G. F.; ROSEN, G. G.; ABOITIZ, F.; GENSCHIWIND, N. *Developmental dyslexia: four consecutive patients with cortical anomalies*. *Ann. Neurology*, 18:2122-2333, 1985.

- HYND, G. W.; HOOPER, R.; TAKAHASHI, T. *Dyslexia and Language-Based disabilities*. In *Text Book of Pediatric Neuropsychiatry*, Coffey and Brumbak (eds), *American Psychiatric Press*, 691-718, 1985.
- LINDSAY, R. L. *Dyscalculia*. In *Developmental Disabilities in Infancy and Childhood*, Capute and Accardo (eds.); Paul Brookes Publishing Co, Baltimore, 405-415, 1996.
- LOPES, H. F. S. **Aplicação de redes neurais artificiais paraconsistentes como método de auxílio no diagnóstico da doença de Alzheimer**, MSc Dissertation (in Portuguese), Faculdade de Medicina-USP, São Paulo, 473pp., 2009.
- KLIMESCH, W. *EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis*. *Brain Res.* Ver., 29:169-195, 1999.
- KLIMESCH, W.; DOPPELMAYR, H.; WIMMER, J.; SCHWAIGER, D.; RÔHM, D.; BRUBER, W.; HUTZLER, F. *Theta band power changes in normal and dyslexic children*. *Clinical Neurophysiology* 113:1174-1185, 2001.
- KOCYIGIT, Y.; ALKAN, A.; EROL, H. *Classification of EEG Recordings by Using Fast Independent Component Analysis and Artificial Neural Network*. *Journal of Medical Systems*. Springer Netherlands, 2008: 32;1;17-20.
- NIEDERMEYER, E.; DA SILVA, F. L. *Electroencephalography*, 5th Edition. Lippincott Williams & Wilkins. 2005.
- ROCHA, A. F.; MASSAD, E. *How the human brain is endowed for mathematical reasoning*. *Mathematics Today*, 39: 81-84, 2003.
- ROCHA, A. F.; MASSAD, E.; PEREIRA JR, A. *The Brain: From Fuzzy Arithmetic to Quantum Computing*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 14349922, 2005.
- TEMPLE, E. *Brain mechanisms in normal and dyslexic readers*. *Current Opinion in Neurobiology*, 12:178-183, 2002.
- VOELLER, K. K. S. *Attention-Deficit / Hyperactivity: Neurobiological and clinical aspects of attention and disorders of attention*. In *Text Book of Pediatric Neuropsychiatry*, Coffey and Brumbak (eds), American Psychiatric Press, 691-718, 1998.
- MONTENEGRO, M. A.; CENDES, F.; GUERREIRO, N. M.; GUERREIRO, C. A. M. **EEG na prática clínica**, São Paulo, Brasil: Lemos Editorial, 2001.

Helder Frederico da Silva Lopes – Graduado em Tecnologia em Gestão de Sistemas de Informação pela Universidade Nove de Julho. Mestre em Ciências pela Faculdade de Medicina da USP - Neurologia. Especialista em Ciência da Computação, com ênfase em desenvolvimento de software.

Atualmente trabalha em desenvolvimento de soluções em *software* e realiza pesquisas ligadas à Lógica Paraconsistente e Redes Neurais Artificiais.

Jair Minoro Abe – Bacharel e Mestre em Matemática. Doutor em Filosofia e Livre-Docente em Medicina, todos pela Universidade de São Paulo. Foi Professor Visitante ou Palestrista ocasional em instituições da América do Sul, Europa, México, Japão e Taiwan. Coordena um grupo de estudiosos em aplicações das lógicas paraconsistentes anotadas e coordena a Área de Lógica e Teoria da Ciência do Instituto de Estudos Avançados da USP.

Meio de Publicação: Capítulo de Livro

Título do Capítulo: Aplicação de Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes como método de auxílio à análise de sinais de eletroencefalograma

Autores: H. F. S. Lopes; J. M. Abe

Título do Livro: Aspectos de Lógica e Teoria da Ciência

Local da Publicação: São Paulo - Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Instituto de Estudos Avançados da USP

Edição: 1

Total de páginas: 314

Página inicial e página final: 247-272

ISBN: 978-85-63007-02-5

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Inteligência Computacional e Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

APPLICATIONS OF PARACONSISTENT ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN EEG

Jair Minoro Abe^{1, 2}, **Helder F. S. Lopes**², **Kazumi Nakamatsu**³, **Seiki Akama**⁴

¹ Graduate Program in Production Engineering, ICET – Paulista University

R. Dr. Bacelar, 1212, CEP 04026-002 – São Paulo – SP – Brazil

² Institute For Advanced Studies – University of São Paulo – Brazil

jairabe@uol.com.br, helder.mobile@gmail.com

³ School of Human Science and Environment/H.S.E. – University of Hyogo – Japan

nakamatu@shse.u-hyogo.ac.jp

⁴ C-Republic – Tokyo – Japan

akama@jcom.home.ne.jp

Abstract: In this work we summarize all our studies on Paraconsistent Artificial Neural Networks applied to electroencephalography.

Keywords: artificial neural network, paraconsistent logics, EEG analysis, pattern recognition, Dyslexia.

1 Introduction

Generally speaking, Artificial Neural Network (ANN) can be described as a computational system consisting of a set of highly interconnected processing elements, called artificial neurons, which process information as a response to external stimuli. An artificial neuron is a simplistic representation that emulates the signal integration and threshold firing behavior of biological neurons by means of mathematical structures. ANNs are well suited to tackle problems that human beings are good at solving, like prediction and pattern recognition. ANNs have been applied within several branches, among them, in the medical domain for clinical diagnosis, image analysis and interpretation signal analysis and interpretation, and drug development.

So, ANN constitutes an interesting tool for electroencephalogram (EEG) qualitative analysis. On the other hand, in EEG analysis we are faced with imprecise, inconsistent and paracomplete data. In this paper we employ a new kind of ANN based on paraconsistent annotated evidential logic $E\tau$,

which is capable of manipulating imprecise, inconsistent and paracomplete data in order to make a first study of the recognition of EEG standards.

The EEG is a brain electric signal activity register, resultant of the space-time representation of synchronic postsynaptic potentials. The graphic registration of the sign of EEG can be interpreted as voltage fluctuation with mixture of rhythms, being frequently sinusoidal, ranging from 1 to 70 Hz. In the clinical-physiological practice, such frequencies are grouped in frequency bands as can see in Figure 1.1.

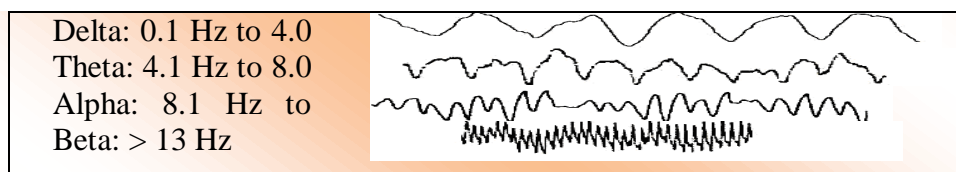


Figure 1.1 Frequency bands clinically established and usually found in EEG.

2 Background

Paraconsistent Artificial Neural Network (PANN) is a new artificial neural network introduced in [7]. Its basis leans on paraconsistent annotated logic $E\tau$ [1]. Let us present it briefly.

The atomic formulas of the logic $E\tau$ are of the type $p_{(\mu, \lambda)}$, where $(\mu, \lambda) \in [0, 1]^2$ and $[0, 1]$ is the real unitary interval (p denotes a propositional variable). $p_{(\mu, \lambda)}$ can be intuitively read: “It is assumed that p ’s favorable evidence is μ and contrary evidence is λ .” Thus: $p_{(1.0, 0.0)}$ can be read as a true proposition; $p_{(0.0, 1.0)}$ can be read as a false proposition; $p_{(1.0, 1.0)}$ can be read as an inconsistent proposition; $p_{(0.0, 0.0)}$ can be read as a paracomplete (unknown) proposition; $p_{(0.5, 0.5)}$ can be read as an indefinite proposition.

We introduce the following concepts (all considerations are taken with $0 \leq \mu, \lambda \leq 1$): Uncertainty degree (Eq. 2.1) and Certainty degree (Eq. 2.2);

$$G_{un}(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1 \quad (2.1)$$

$$G_{ce}(\mu, \lambda) = \mu - \lambda \quad (2.2)$$

An order relation is defined on $[0, 1]^2$: $(\mu_1, \lambda_1) \leq (\mu_2, \lambda_2) \Leftrightarrow \mu_1 \leq \mu_2 \text{ and } \lambda_1 \leq \lambda_2$, constituting a lattice that will be symbolized by τ .

With the uncertainty and certainty degrees we can get the following 12 output states (Table 2.1): *extreme states*, and *non-extreme states*.

Table 2.1 Extreme and Non-extreme states

Extreme states	Symbol	Non-extreme states	Symbol
True	V	Quasi-true tending to Inconsistent	$Qv \rightarrow T$
False	F	Quasi-true tending to Paracomplete	$Qv \rightarrow \perp$
Inconsistent	T	Quasi-false tending to Inconsistent	$Qf \rightarrow T$
Paracomplete	\perp	Quasi-false tending to Paracomplete	$Qf \rightarrow \perp$
		Quasi-inconsistent tending to True	$T \rightarrow v$
		Quasi-inconsistent tending to False	$T \rightarrow f$
		Quasi-paracomplete tending to True	$\perp \rightarrow v$
		Quasi-paracomplete tending to False	$\perp \rightarrow f$

3 The main artificial neural cells

In the PANN, the certainty degree G_{ce} indicates the ‘measure’ falsity or truth degree. The uncertainty degree G_{un} indicates the ‘measure’ of the inconsistency or paracompleteness. If the certainty degree is low or the uncertainty degree is high, it generates an indefinición.

The resulting certainty degree G_{ce} is obtained as follows:

- If: $V_{icc} \leq G_{un} \leq V_{scc}$ or $V_{scct} \leq G_{un} \leq V_{icct} \Rightarrow G_{ce} = \text{Indefinition}$
- For: $V_{cpa} \leq G_{un} \leq V_{scct}$
 - If: $G_{un} \leq V_{icc} \Rightarrow G_{ce} = \text{False}$ with degree G_{un}
 - Else: $V_{scct} \leq G_{un} \Rightarrow G_{ce} = \text{True}$ with degree G_{un}

A Paraconsistent Artificial Neural Cell – PANC – is called *basic* PANC when given a pair (μ, λ) is used as input and resulting as output:

- $S_{2a} = G_{un} =$ resulting uncertainty degree
- $S_{2b} = G_{ce} =$ resulting certainty degree
- $S_1 = X =$ constant of Indefinition.

Using the concepts of *basic* Paraconsistent Artificial Neural Cell , we can obtain the family of PANC considered in this work as described in Table 3.1 below:

Table 3.1 Paraconsistent Artificial Neural Cells

PANC	Inputs	Calculations	Output
Analytic connection: PANCac	μ	$\lambda_c = 1 - \lambda$	If $ G_{ce} > Ft_{ce}$ then $S_1 = \mu_r$ and $S_2 = 0$
	λ	$G_{un} G_{ce}$,	If $ G_{un} > Ft_{ct}$ and $ G_{un} > G_{ce} $ then
	Ft_{ct} ,	$\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	$S_1 = \mu_r$ and $S_2 = G_{un} $
Maximization: PANCmax	μ	G_{ce}	If $\mu_r > 0.5$, then $S_1 = \mu$
Minimization: PANCmin	λ	$\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	If not $S_1 = \lambda$
	μ	G_{ce}	If $\mu_r < 0.5$, then $S_1 = \mu$
	λ	$\mu_r = (G_{ce} + 1)/2$	if not $S_1 = \lambda$

4 PANN for morphological analysis

The process of morphological analysis of a wave is performed by comparing with a certain set of wave patterns (stored in the control database). A wave is associated with a vector (finite sequence of natural numbers) through digital sampling. This vector characterizes a wave pattern and is registered by PANN. Thus, new waves are compared, allowing their recognition or otherwise.

Each wave of the survey examined the EEG corresponds to a portion of 1 second examination. Every second of the exam contains 256 positions.

The wave that has the highest favorable evidence and lowest contrary evidence is chosen as the more similar wave to the analyzed wave.

A control database is composed by waves presenting 256 positions with perfect sinusoidal morphology, with 0,5 Hz of variance, so taking into account Delta, Theta, Alpha and Beta (of 0.5 Hz to 30.0 Hz) wave groups.

4.1 Data preparation

The process of wave analysis by PANN consists previously of data capturing, adaptation of the values for screen examination, elimination of the negative cycle and normalization of the values for PANN analysis.

As the actual EEG examination values can vary highly, in module, something 10 μV to 1500 μV , we make a normalization of the values between 100 μV and -100 μV by a simple linear conversion, to facilitate the manipulation the data:

$$x = \frac{100 \cdot a}{m} \quad (4.1)$$

Where: m is the maximum value of the exam; a is the current value of the exam.

x is the current normalized value.

The minimum value of the exam is taken as zero value and the remaining values are translated proportionally. It is worth to observe that the process above does not allow the loss of any wave essential characteristics for our analysis.

4.2 The PANN architecture

The architecture of the PANN used in decision making is based on the architecture of Paraconsistent Artificial Neural System for Treatment of Contradictions [7].

This method is used primarily for PANN (Fig. 4.1) to balance the data received from expert systems. After this process uses a decision-making lattice to determine the soundness of the recognition (Fig. 4.2).

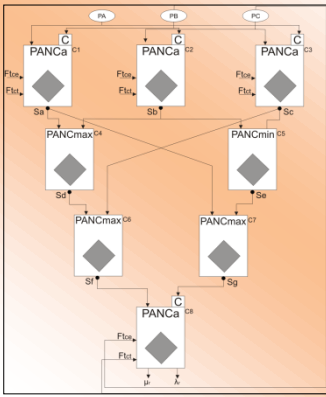


Figure 4.1 The architecture for morphological analysis.

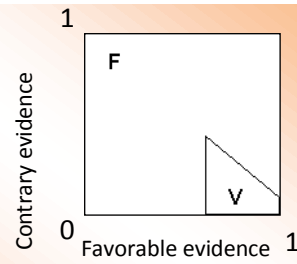


Figure 4.2 Lattice for decision-making used in morphological; F: logical state false, interpreted as wave not similar; V: logical state true, interpreted as wave similar.

Table 4.1. Lattice for decision-making (Fig. 4.2) used in the morphological analysis.

Limits of areas of lattice	
True	$Fe > 0,61 \quad Ce < 0,40 \quad G_{ce} > 0,22$
False	$Fe < 0,61 \quad Ce > 0,40 \quad G_{ce} \leq 0,23$

Ce: contrary evidence; Fe: favorable evidence; G_{ce} : certainty degree;

4.1 Expert system 1 – Checking the number of wave peaks

The aim of the *expert system 1* is to compare the waves and analyze their differences regarding the number of peaks.

$$Se_1 = 1 - \left(\frac{|bd - vt|}{bd + vt} \right) \quad (4.2)$$

Where: vt is the number of peaks of the wave; Se_1 is the value for expert system 1.

bd is the number of peaks of the wave stored in the database.

4.2 Expert system 2 – Checking similar points

The aim of the *expert system 2* is to compare the waves and analyze their differences regarding of similar points.

When we analyze the similar points, it means that we are analyzing how one approaches the other point.

$$Se_2 = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j)}{n} \quad (4.3)$$

Where: n is the total number of elements; x is the element of the current position.

j is the current position; Se_2 is the value for expert system 2.

4.3 Expert system 3 – Checking different points

The aim of the *expert system 3* is to compare the waves and analyze their differences regarding of different points.

When we analyze the different points, it means that we are analyzing how a point more distant from each other, so the factor of tolerance should also be considered.

$$Se_3 = 1 - \left(\frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_j - y_j|}{a} \right)}{n} \right) \quad (4.4)$$

Where: n is the total number of elements; a is the maximum amount allowed.

j is the current position; x is the value of wave 1.

y is the value of wave 2; Se_3 is the value for expert system 3.

5 Experimental procedures – Differentiating frequency bands

In our work we've studied two types of waves, specifically delta and theta waves band, where the size of frequency established clinically ranges (Fig. 1.1).

Seven exams of different EEG were analyzed, being two exams belonging to adults without any learning disturbance and five exams belonging to children with learning disturbance[9][17][18].

Each analysis was divided in three rehearsals, each rehearsal consisted of 10 seconds of the analyzed, free from visual analysis of spikes and artifacts regarding to the channels T3 and T4.

In the first battery it was used of a recognition filter belonging to the Delta band. In the second battery it was used a filter for recognition of waves belonging to the Theta band. In the third battery it was not used any filters for recognition.

Table 5.1. Contingency table.

		Visual Analysis					Total
		Delta	Theta	Alpha	Beta	Unrecognize	
PANN Analysis	Delta	31	3	0	0	0	34
	Theta	15	88	1	1	0	105
	Alpha	0	5	22	0	0	27
	Beta	0	0	1	3	0	4
	N/D	7	2	1	0	0	10
Total		53	98	25	4	0	180

Index Kappa = 0.80

Table 5.2 Statistical results - sensitivity and specificity: Delta waves.

		Visual analysis		
		Delta	Not Delta	Total
PANN	True	31	124	155
	False	22	3	25
	Total	53	127	180

Sensitivity = 58%; Specificity = 97%

Table 5.4 Statistical results - sensitivity and specificity: Alpha waves.

		Visual analysis		
		Alpha	Not Alpha	Total
PANN	True	22	150	172
	False	3	5	8
	Total	25	155	180

Sensitivity = 88%; Specificity = 96%

Table 5.3 Statistical results - sensitivity and specificity: Theta waves.

Visual analysis				
		Theta	Not Theta	Total
PANN	True	88	65	153
	False	10	17	27
	Total	98	82	180

Sensitivity = 89%; Specificity = 79%

Table 5.5 Statistical results - sensitivity and specificity: Beta waves.

Visual analysis				
		Beta	Not Beta	Total
PANN	True	3	175	178
	False	1	1	2
	Total	4	176	180

Sensitivity = 75%; Specificity = 99%

Table 5.6 Statistical results - sensitivity and specificity: Unrecognized waves.

Visual analysis				
		Unrecognized	Recognized	Total
PANN	True	0	170	170
	False	0	10	10
	Total	0	180	180

Sensitivity = 100%; Specificity = 94%

6 Experimental procedures – Applying in Alzheimer disease

Many studies have shown that the visual analysis of EEG patterns may be useful in aiding the diagnosis of AD, and indicated in some clinical protocols for diagnosing the disease [15][16].

The most common findings on visual analysis of EEG patterns are slowing of brain electrical activity based on predominance of delta and theta rhythms and decrease or absence of alpha rhythm. However, these findings are more common and evident in patients in moderate or advanced stages of disease [21][22][23].

In this study we have sixty-seven Analyzed EEG records, thirty-four normals and thirty-three probable AD (p value = 0.8496) during the awake state at rest.

All tests were subjected to morphological analysis methodology for measuring the concentration of waves. Later this information is submitted to an PANN unit responsible for

assessing the data and arriving at a classification of the examination in Normal or probable AD (Fig. 6.1).

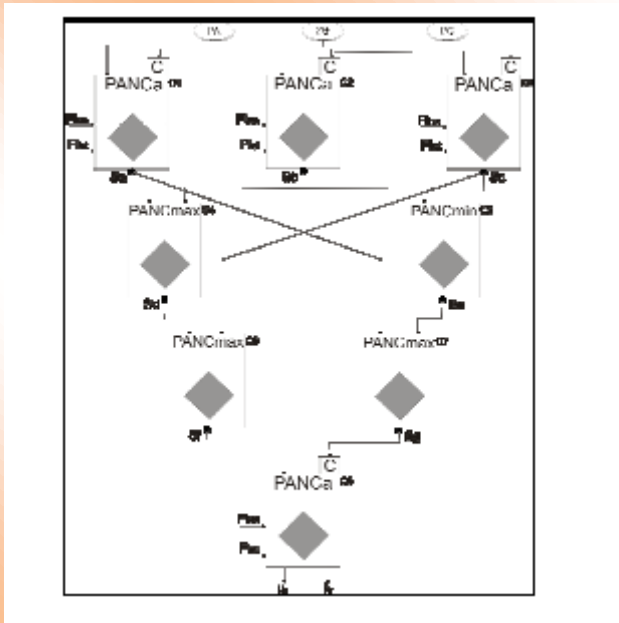


Figure 6.1 The architecture for diagnostic analysis.

above average population); Area 5: logical state of uncertainty (not used in the study area).

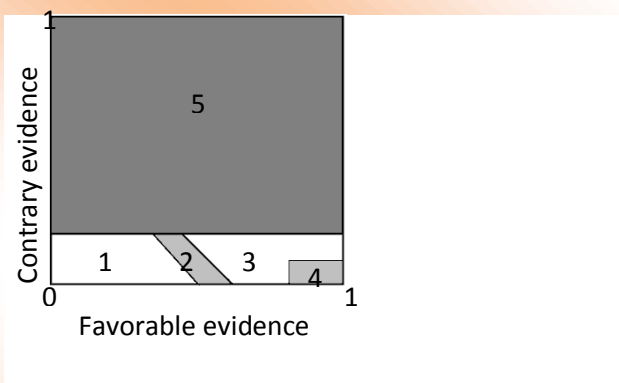


Figure 6.2 Lattice for decision-making used in diagnostic analysis (Fig. 6.1). Area 1: State logical False (AD likely below average population), 2: State logical Quasi-true (AD likely than average population); Area 3: State logical Quasi-false (Normal below average population); Area 4: State logical True (Normal

Table 6.1 Lattice for decision-making (Fig. 6.1) used in diagnostic analysis used after making PANN analysis (Fig. 6.2).

Limits of areas of lattice	
Area 1	$G_{ce} \leq 0,1999$ and $G_{ce} \geq 0,5600$ and $ G_{un} < 0,3999$ and $ G_{un} \geq 0,4501$
Area 2	$0,2799 < G_{ce} < 0,5600$ and $0,3099 \leq G_{un} < 0,3999$ and $Fe < 0,5000$
Area 3	$0,1999 < G_{ce} < 0,5600$ and $0,3999 \leq G_{un} < 0,4501$ and $Fe > 0,5000$
Area 4	$G_{ce} > 0,7999$ and $ G_{un} < 0,2000$

Ce: contrary evidence; Fe: favorable evidence; G_{ce} : certainty degree; G_{un} : uncertainty degree;

6.1 Expert system 1 – Detecting the diminishing average frequency level

The aim of the *expert system 1* is An expert system verifies the average frequency level of Alpha waves and compares them with a fixed external one (external parameter wave).

Such external parameter can be, for instance, the average frequency of a population or the average frequency of the last exam of the patient. This system also generates two outputs: favorable evidence μ (normalized values ranging from 0 (corresponds to 100% – or greater frequency loss) to 1 (which corresponds to 0% of frequency loss) and contrary evidence λ (Eq. 6.1).

The average frequency of population pattern used in this work is 10 Hz.

$$\lambda = 1 - \mu \tag{6.1}$$

6.2 Expert system 2 – High frequency band concentration.

The aim of the *expert system 2* is the expert system is utilized for alpha band concentration in the exam. For this, we consider the quotient of the sum of fast alpha and beta waves over slow delta and theta waves (Eq. 7.2) as first output value. For the second output value (contrary evidence λ) is used Eq. 6.1.

$$\mu = \left(\frac{(A+B)}{(D+T)} \right) \quad (6.2)$$

Where: A is the alpha band concentration; B is the beta band concentration.

D is the delta band concentration; T is the theta band concentration.

μ is the value resulting from the calculation.

6.3 Expert system 3 – Low frequency band concentration

The aim of the *expert system 3* is the expert system is utilized for tetha band concentration in the exam. For this, we consider the quotient of the sum of slow delta and theta waves over fast alpha and beta waves (Eq. 6.3) as first output value. For the second output value (contrary evidence λ) is used Eq. 6.1.

$$\mu = \left(\frac{(D+T)}{(A+B)} \right) \quad (6.3)$$

Where: A is the alpha band concentration; B is the beta band concentration.

D is the delta band concentration; T is the theta band concentration.

μ is the value resulting from the calculation.

6.4 Results

Table 6.3 Diagnosis – Normal x Probable AD patients

		<i>Gold Standard</i>		
		AD patient	Normal patient	Total
<i>PANN</i>	AD patient	35.82%	14.93%	50.75%
	Normal patient	8.96%	40.30%	49.25%
	Total	44.78%	55.22%	100.00%

Sensitivity = 80%; Specificity = 73%; Index of coincidence (Kappa): 76%

7 Conclusions

We believe that a process of the examination analysis using a PANN attached to EEG findings, such as relations between frequency bandwidth and inter hemispheric coherences, can create computational methodologies that allow the automation of analysis and diagnosis.

These methodologies could be employed as tools to aid in the diagnosis of diseases such as dyslexia or Alzheimer, provided they have defined electroencephalographic findings.

In the case of Alzheimer's disease, for example, in studies carried out previously shown satisfactory results [10] (but still far from being a tool to aid clinical) that demonstrated the computational efficiency of the methodology using a simple morphological analysis (only paraconsistent annotated logic $E\tau$). These results encouraged us to improve the morphological analysis of the waves and try to apply the method in other diseases besides Alzheimer's disease.

With the process of morphological analysis using the PANN, it becomes possible to quantify the frequency average of the individual without losing its temporal reference. This feature becomes a differential, compared to traditional analysis of quantification of frequencies, such as FFT (Fast Fourier Transform), aiming at a future application in real-time analysis, i.e. at the time of acquisition of the EEG exams.

These findings suggest that the sensitivity with respect to the Delta waves is 58%. This is an indication that there must be improvements in the detection of peaks in the band Delta. We believe that such improvements are possible to be made in this direction. The sensitivities of the theta, alpha and beta waves are reasonable, but that improvements can be tried.

Regarding the specificity, the method showed more reliable results. Taking into account an overall assessment in the sense we take the arithmetic mean of sensitivity (75.50%) and specificity (92.75%), we find reasonable results that encourage us to seek improvements in this study.

Even finding a low sensitivity in the recognition of delta waves, the methodology of pattern recognition using morphological analysis showed to be effective, achieving recognize patterns of waves similar to patterns stored in the database, allowing quantifications and qualifications of the examination of EEG data to be used by PANN in their process analysis of examination.

8 References

1. Abe, J.M., Foundations of Annotated Logics, PhD thesis (in Portuguese) USP, Brazil, 1992.
2. Abe, J.M., Some Aspects of Paraconsistent Systems and Applications, *Logique et Analyse*, 157, 1997, 83-96.
3. Abe, J.M., H.F.S. Lopes, & R. Anghinah, Paraconsistent Artificial Neural Network and Alzheimer Disease: A Preliminary Study, *Dement. Neuropsychol.*, Vol 3., 241-247, 2007.
4. Anghinah, R., Estudo da densidade espectral e da coerência do eletrencefalograma em indivíduos adultos normais e com doença de Alzheimer provável, PhD thesis (in Portuguese), FMUSP, São Paulo, 2003.
5. Ansari, D. & A. Karmiloff-Smith, Atypical trajectories of number development: a neuroconstructivist perspective. *Trends In Cognitive Sciences*, 12:511-516, 2002.
6. Blonds, T.A., Attention-Deficit Disorders and Hyperactivity. In *Developmental Disabilities in Infancy and Ramus, F., Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? Current Opinion in Neurobiology*, 13:1-7, 2003.
7. Da Silva Filho, J.I., J.M. Abe & G.L Torres, *Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes*, (in Portuguese) LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., São Paulo, 313 pág., 2008.
8. Hynd, G.W., R. Hooper & T. Takahashi, Dyslexia and Language-Based disabilities. In *Text Book of Pediatric Neuropsychiatry*, Coffeyand Brumbak (eds), American Psychiatric Press, 691-718, 1985.
9. Lindsay, R.L., Dyscalculia. In *Developmental Disabilities in Infancy and Childhood*, Capute and Accardo (eds.); Paul Brookes Publishing Co, Baltimore, 405-415, 1996.
10. Lopes, HFS. Aplicação de redes neurais artificiais paraconsistentes como método de auxílio no diagnóstico da doença de Alzheimer, MSc Dissertation (in Portuguese), Faculdade de Medicina-USP, São Paulo, 473pp., 2009.
11. Klimeshc, W., EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res. Ver.*, 29:169-195, 1999.
12. Klimesch, W., H. Doppelmayr, J. Wimmer, D. Schwaiger, D. Rôhm, W. Bruber & F. Hutzler, Theta band power changes in normal and dyslexic children. *Clin. Neurophysiol.* 113:1174-1185, 2001.
13. Kocyigit Y, Alkan A, Erol H. Classification of EEG Recordings by Using Fast Independent Component Analysis and Artificial Neural Network. *J. Med. Syst.* Springer Netherlands, 2008: 32;1;17-20.

14. Niedermeyer, Ernst; da Silva, Fernando Lopes. *Electroencephalography*, 5th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
15. Claus JJ, Strijers RLM, Jonkman EJ, Ongerboer De Visser BW, Jonker C, Walstra GJM, Scheltens P, Gool WA. The diagnostic value of EEG in mild senile Alzheimer's disease. *Clin. Neurophysiol*, 1999; 18:15-23.
16. Crevel H. Gool WA, Walstra GJM. Early diagnosis of dementia: Which tests are indicated ? What are their costs: *J. Neurol.* 1999; 246:73-78.
17. Temple, E., Brain mechanisms in normal and dyslexic readers. *Current Opinion in Neurobiology*, 12:178-183, 2002.
18. Voeller, K.K.S., Attention-Deficit / Hyperactivity: Neurobiological and clinical aspects of attention and disorders of attention. In *Text Book of Pediatric Neuropsychiatry*, Coffey and Brumbak (eds), American Psychiatric Press, 691-718, 1998.
19. Montenegro M.A., Cendes F., Guerreiro N.M., Guerreiro C.A.M., *EEG na prática clínica*, São Paulo, Brasil: Lemos Editorial; 2001.
20. Silva DF, Lima MM, Anghinah R, Lima JGC. Mapeamento cerebral. *Rev. Neurociências* 1995; 3:11-18.
21. Alexander DM, et al. EEG markers for cognitive decline in elderly subjects with subjective memory complaints. *Journal of Integrative Neuroscience*, 2006: 5; 1; 49, 74.
22. Kwak YT. Quantitative EEG findings in different stages of Alzheimer's disease. *J Clin Neurophysiol*, 2006: 23; 5; 456-61.

Meio de Publicação: Capítulo de Livro

Título do Texto: *Applications of Paraconsistent Artificial Neural Networks in EEG*

Autores: J. M. Abe; H. F. Lopes; K. Nakamatsu; S. Akama

Título do Meio de Publicação: *Lecture Notes in Computer Science*

Local da Publicação: Berlin/Heidelberg, Alemanha

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg

Edição: 1

Volume: 6922/2011

Página inicial e página final: 82-92

ISBN: 9783642045912

DOI: 10.1007/978-3-642-23935-9_8

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

ASPECTOS DE LÓGICA E TEORIA DA CIÊNCIA

Jair Minoro Abe

Prefácio

Nesta obra são reunidos alguns dos temas que o Grupo de Lógica e Teoria da Ciência tem se ocupado nos seus 25 anos de atividades, como parte das comemorações dos 25 anos de existência do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo – IEA-USP. Como se pode notar, o Grupo de Lógica e Teoria da Ciência foi criado juntamente com o estabelecimento do IEA-USP, e os temas que se dedicou foram plenamente frutificados em suas linhas de pesquisa, período marcante no estabelecimento do Grupo.

A obra está organizada assim: no capítulo introdutório descrevemos brevemente um pequeno histórico do Grupo de Lógica e Teoria da Ciência, seu estabelecimento, linhas de pesquisa, pesquisadores visitantes e aspectos relacionados.

Na sequência, descreve-se alguns aspectos da natureza da Lógica Paraconsistente, o que significa contradição e quais são seus limites conceituais, a inspiração de Vasil'ev, a lógica discursiva de Jaskowski, os cálculos C_n de Newton da Costa, considerações a respeito da importância da lógica paraconsistente e, considerações de caráter pessoal, devidas a Lafayette de Moraes.

Nas aplicações da Lógica Paraconsistente, na área de Inteligência Artificial, são apresentados conceitos sobre a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ e seu reticulado associado, algumas aplicações do algoritmo Para-Analisador, e tratamentos de incertezas para tomada de decisão.

Nas aplicações da Lógica Paraconsistente em Engenharia de Produção, além de noções da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, apresenta-se os operadores dessa lógica, as regiões e regra de decisão, o Método Paraconsistente de Decisão (MPD) e exemplos de aplicação como análise da viabilidade do lançamento de um novo produto no mercado, tomadas de decisão com ferramentas de Lógica Paraconsistente Anotada, análise da viabilidade de implantação do projeto de uma fábrica, análise para implantação de um sistema com novas tecnologias, previsão de diagnósticos, análise da viabilidade de abertura de um novo curso superior e seleção do melhor investimento financeiro. Faz-se, também, uma comparação com um Método Estatístico de Decisão, e uma comparação com um Método Fuzzy de Decisão.

Nas aplicações da Lógica Paraconsistente em Robôs Móveis Autônomos, apresentam-se os robôs Emmy I, Emmy II e Emmy III, uma descrição geral de um Sistema de Navegação e Controle composto pelos subsistemas Mecânico, Sensoriamento e Planejamento, e alguns testes realizados com o Subsistema de Planejamento.

Nas aplicações da Lógica Paraconsistente em estatística, contamos com um estudo dos princípios da lógica paraconsistente para calcular o tamanho da amostra embasados nas teorias da Combinatória e da Lógica Paraconsistente Anotada. Apresenta-se um procedimento de cálculo ‘simples’ e prático para obter um tamanho de amostra aceitável para coletar informações, organizá-las e analisá-las, bem como suas vantagens e desvantagens.

Nas aplicações das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes em reconhecimento de padrões, apresenta-se uma breve ideia da rede neural artificial discutida e aplica-se a um estudo preliminar de um sistema paraconsistente para o reconhecimento de caracteres numéricos do tipo CMC-7, e um estudo de uma ferramenta para análise de sinais de eletroencefalograma como auxílio no diagnóstico de demências, tal como doenças de Alzheimer.

Finalizando essa obra, o leitor contará com uma revisão sobre o construtivismo cognitivo, o paradoxo da probabilidade Zero, conclusões acerca da verificação construtiva e a verdade na linguagem matemática.

Agradecemos ao Instituto de Estudos Avançados pela edição do presente volume e à B.^{ela} Sheila Souza pela ajuda na editoração do mesmo.

Jair Minoru Abe

Editor

Sumário

Vinte e cinco Anos de Pesquisas do Grupo de Lógica e Teoria da Ciência no IEA-USP, Newton C. A. da Costa & Jair Minoro Abe	07
Alguns Aspectos da História da Lógica Paraconsistente, Lafayette de Moraes & Carlos Roberto Teixeira Alves.....	18
Pesquisas e Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada em Sistemas de Inteligência Artificial, João Inácio da Silva Filho	50
Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ em Robôs Móveis Autônomos, Cláudio Rodrigo Torres	84
Lógica Paraconsistente em Tomadas de Decisão. Método Paraconsistente de Decisão (MPD), Fábio Romeu de Carvalho	140
Os Princípios da Lógica Paraconsistente para Calcular o Tamanho da Amostra, Euro de Barros Couto Junior	188
Aspectos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes, Sheila Souza & Jair Minoro Abe	209
Aplicação de Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes como Método de Auxílio à Análise de Sinais de Eletroencefalograma, Helder Frederico da Silva Lopes & Jair Minoro Abe	247
Verificação Construtiva, Indução Empírica e Dedução Falibilista: Um Triplo Contraste, Julio Michael Stern	273

Meio de Publicação: Livro

Título do Livro: Aspectos de Lógica e Teoria da Ciência

Autor: J. M. Abe

Título do Meio de Publicação: Editora Instituto de Estudos Avançados da USP

Local da Publicação: São Paulo – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Instituto de Estudos Avançados da USP

Edição: 1

Total de páginas: 314

ISBN: 978-85-63007-02-5

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Inteligência Computacional e Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

ASPECTOS DAS REDES NEURAI ARTIFICIAIS PARAconsistentENTES

¹Sheila Souza

²Jair Minoro Abe

¹Faculdade de Medicina – USP

²Universidade Paulista

²Instituto de Estudos Avançados – USP

Resumo: Neste trabalho, de caráter introdutório, apresentamos uma breve visão das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes e um exemplo de seu uso, na aplicabilidade no reconhecimento de caracteres numéricos, estudando apenas alguns aspectos da implementação. Um trabalho mais completo está em curso.

Palavras-chave: Redes neurais artificiais, Lógica paraconsistente, Lógica Anotada, Reconhecimento de padrões, Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes

Abstract: In this work, introductory in character, we present a brief essay of Paraconsistent Artificial Neural Network and an example of its use, applicability in the numerical character recognition, studying only some aspects of its implementation. A more complete work is in progress.

Keywords: Artificial Neural Networks, Paraconsistent logic, Annotated logic, Pattern recognition, Paraconsistent Artificial Neural Networks

Neste capítulo bosquejamos sobre as Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes – RNAPs. Elas constituem uma das inúmeras possibilidades de pesquisa de aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, e aqui apresentamos aspectos introdutórios dessa nova teoria, com uma indicação de aplicação, no reconhecimento de caracteres numéricos. Salientamos que, apesar de a teoria das RNAPs estar fundamentada em outras obras, o exemplo constitui apenas indicativos de como se pode aplicá-la na prática. Desse modo, o que apresentamos não constitui um estudo completo; com efeito, ela reflete parte de uma investigação mais ampla em curso.

1 Redes Neurais Artificiais – RNA

O cérebro humano possui aproximadamente 10 bilhões de neurônios e cada neurônio realiza entre mil a dez mil sinapses, formando uma gigantesca rede neural capaz de processar informações através das conexões existentes entre os neurônios, conhecidas como sinapses.

Grosso modo, um neurônio biológico é composto por um corpo celular denominado soma e por diversas ramificações. Essas ramificações, conhecidas como dendritos, conduzem os sinais das extremidades para o corpo. Existe também uma ramificação, geralmente única, denominada axônio, responsável por conduzir os sinais para outros neurônios através das sinapses.

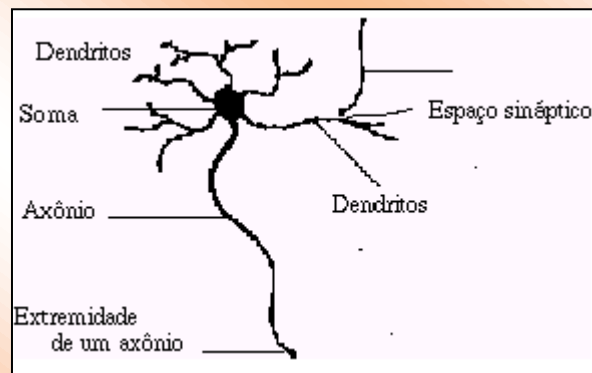


Figura I - Neurônio Biológico

A teoria das Redes Neurais Artificiais são paradigmas computacionais baseados em modelos matemáticos que a despeito das computações tradicionais possui uma estrutura e operação que, grosso modo, tentam “imitar” o funcionamento do neurônio biológico humano.

Tais redes também são conhecidas como sistemas conexionistas, sistemas paralelos distribuídos ou sistemas adaptativos, pois são compostos por uma série de elementos de processamento interconectados que operam em paralelo.

Um dos objetivos originais das Redes Neurais Artificiais é entender e modelar as características funcionais e propriedades computacionais do cérebro quando executa processos cognitivos, tais como percepção sensorial, categorização de conceitos, associação de conceitos e aprendizado. Entretanto, hodiernamente um grande esforço está direcionado nas aplicações que envolvem reconhecimento e classificação de padrões, compressão de dados e otimização.

Uma Rede Neural Artificial genérica pode ser definida como um sistema computacional consistindo de um conjunto de elementos de processamento altamente interconectados, denominados

neurônios artificiais, o qual processa uma informação como resposta a um estímulo externo. Um neurônio artificial é uma representação simplificada que emula a integração de sinais e dispara no limiar comportamento dos neurônios biológicos por meio de equações matemáticas.

Como em sua contraparte biológica, neurônios artificiais são limitados conjuntamente por conexões que determinam o fluxo de informações entre os neurônios. Estímulos são transmitidos de um processamento a outro via sinapses ou interconexões, que podem ser excitatórios ou inibitórios. Se o *input* a um neurônio é excitatório, é mais provável que este neurônio transmita um sinal excitatório aos outros neurônios a ele conectados. Um *input* inibitório provavelmente se propagará como inibitório.

Redes Neurais Artificiais dispõem-se tipicamente em “camadas”. Cada camada em uma rede neural constitui um arranjo de elementos processadores ou neurônios. Informações fluem através de cada elemento na forma de *input-output*. Em outras palavras, cada elemento recebe um sinal de *input*, manipula-o e encaminha um sinal de output a outros elementos conectados na camada adjacente.

Assim como o cérebro humano é capaz de aprender e tomar decisões baseadas na aprendizagem, uma RNA permite que um sistema de processamento seja capaz de armazenar conhecimento baseado em experiências e disponibilizar este conhecimento para aplicação.

Esse comportamento inteligente advém das interações entre as unidades de processamento da rede, que em sua constituição possui várias unidades de processamento com uma série de neurônios artificiais conectados entre si.

Sendo assim, a capacidade de aprendizado, ou seja, a capacidade de auto ajustar-se na tentativa de reconhecer padrões a partir das informações fornecidas, destaca-se talvez como a maior vantagem apresentada pelas Redes Neurais Artificiais.

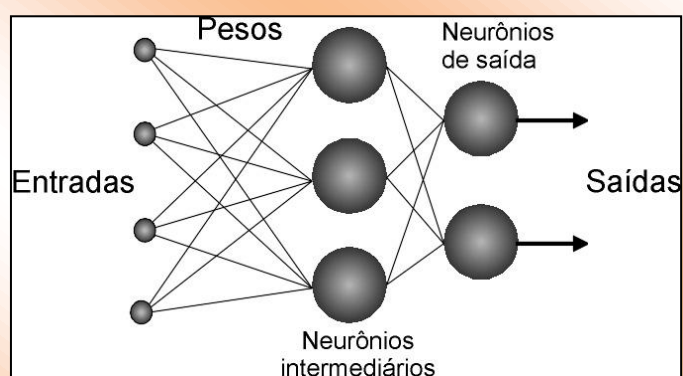


Figura II - Rede Neural Artificial – esquema geral

O primeiro modelo de neurônio artificial foi proposto por [McCulloch & Pitts 43]. Ele constitui-se um modelo “simples” e a intenção deles era de se obter um modelo teórico do neurônio biológico, considerando-o basicamente como um circuito binário. Hoje sabe-se que tal teoria é extremamente poderosa e provou-se ser equivalente à máquina de Turing (ver, por exemplo [Arbib 97]).

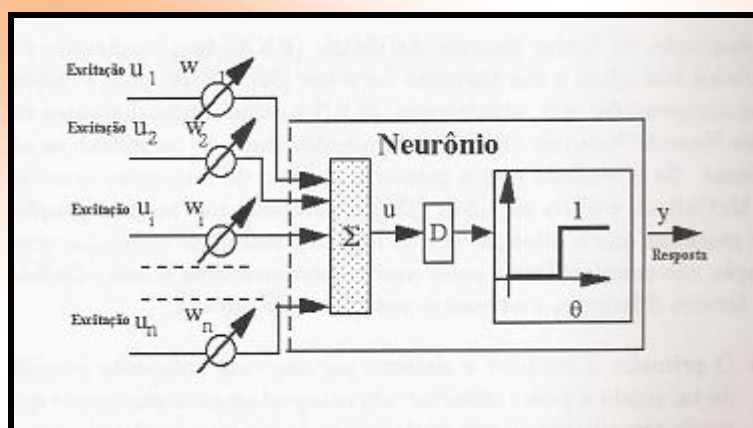


Figura III – Modelo de McCulloch & Pitts

Uma outra teoria, hoje clássica, o “Perceptron”, foi proposta por Frank Roseblatt em 1957 [Roseblatt 58], sendo inicialmente utilizada em reconhecimento de caracteres. Como no caso anterior, observamos que o Perceptron também faz uso de neurônios binários. Independentemente, porém, semelhante a esses estudos, Widrow [Widrow 63], [Widrow & Holf 60] e [Widrow & Winter 88] propuseram o ADALINE (ADaptive LInear NEuron). Para formar uma RNA, Widrow construiu o MADALINE, que grosso modo considera como regra o voto de “maioria”. Minsky e Paperti [Minsky & Paperti 88] investigaram pormenorizadamente o Perceptron usando argumentos geométricos e lógicos.

2 A Lógica Paraconsistente

Como a exposição no restante deste capítulo baseia-se nas lógicas paraconsistentes anotadas, achamos conveniente expor brevemente os principais conceitos, definições e um pequeno histórico.

A Lógica Paraconsistente teve como precursores o lógico russo N.A. Vasilev e o lógico polonês J. Łukasiewicz. Ambos, em 1910, independentemente, publicaram trabalhos nos quais tratavam da possibilidade de uma lógica que não eliminasse, *ab initio*, as contradições. Todavia, os trabalhos desses autores, no tocante à paraconsistência, restringiram-se à lógica aristotélica

tradicional. Somente em 1948 e 1954 que o lógico polonês S. Jaśkowski e o lógico brasileiro N. C. A. da Costa, respectivamente, embora independentemente, construíram a lógica paraconsistente. Também, independentemente dos trabalhos de Da Costa, o lógico D. Nelson sugeriu em 1959 uma lógica paraconsistente como uma versão de seu sistema conhecido como lógicas construtivas com negação forte.

Jaśkowski formalizou um cálculo proposicional paraconsistente denominado *Cálculo Proposicional Discursivo* (ou *Discussivo*), ao passo que Da Costa desenvolveu várias lógicas paraconsistentes contendo todos os níveis lógicos comuns.

Seja T uma teoria fundada sobre uma lógica L , e suponha-se que a linguagem de T e de L contenha um símbolo para a negação — se houver mais de uma negação, uma delas deve ser escolhida, pelas suas características lógico formais. T diz-se *inconsistente* se ela possuir teoremas contraditórios; isto é, um é a negação do outro; caso contrário, T diz-se *consistente*. T diz-se *trivial* se todas as fórmulas de L — ou todas as fórmulas fechadas de L — forem teoremas de T ; em hipótese contrária, T diz-se *não trivial*.

Analogamente, a mesma definição aplica-se a sistemas de proposições, conjunto de informações, etc. (levando-se em conta, naturalmente, o conjunto de suas consequências).

Na lógica clássica e em muitas categorias de lógica, a consistência desempenha papel deveras importante. Com efeito, na maioria dos sistemas lógicos usuais, uma teoria T é trivial, então T é inconsistente e reciprocamente.

Uma lógica L chama-se *Paraconsistente* se puder servir de base para teorias inconsistentes, mas não triviais.

Outro conceito significativo para o que se segue é o de lógica para completa. Uma lógica L chama-se *Para completa* se ela puder ser a lógica subjacente a teorias nas quais se infringe a lei do terceiro excluído na seguinte forma: de duas proposições contraditórias, uma delas é verdadeira. De modo preciso, uma lógica se diz para completa se nela existirem sistemas não triviais maximais aos quais não pertencem uma dada fórmula e sua negação.

Finalmente, uma lógica L denomina-se *Não Alética* se L for Paraconsistente e Para completa.

3 A Lógica Paraconsistente Anotada

As lógicas paraconsistentes anotadas são uma família de lógicas não clássicas surgidas no final da década de 90 do século passado em programação lógica [Subrahmanian 87]. Devido às aplicações obtidas, tornou-se conveniente um estudo de suas bases.

Os estudos sobre os fundamentos da lógica paraconsistente anotada foram efetuados por vários autores, entre eles, Da Costa, Abe, Akama e outros [Abe 92]. Em [Abe 92] estudou-se a lógica de predicados, teoria de modelos, teoria anotada de conjuntos e alguns sistemas modais, estabelecendo-se um estudo sistemático dos fundamentos das lógicas anotadas apontadas em trabalhos anteriores. Em particular, esse autor obteve metateoremas de completeza forte e fraca para uma subclasse de lógica anotada de primeira ordem e fez um estudo sistemático da teoria anotada de modelos, generalizando a maioria dos resultados padrão para os sistemas anotados.

Outras aplicações dos sistemas anotados foram iniciados por Abe por volta de 1993 e juntamente com discípulos diretos implementou-se a linguagem de programação paraconsistente Paralog. Tais ideias foram aplicadas na construção de um protótipo e especificação de uma arquitetura baseada na lógica paraconsistente anotada que integra vários sistemas computacionais – planejadores, base de dados, sistemas de visão, etc. de uma célula de manufatura [Prado 96] e representação de conhecimento por Frames, permitindo representar inconsistências e exceções [Ávila 96].

Da Silva Filho, outro discípulo de Abe, interessou-se na aplicação da lógica paraconsistente anotada $P\tau$ em circuitos digitais, obtendo-se a implementação das portas lógicas Complement, And e Or [Da Silva Filho 99]. Tais circuitos permitem sinais “conflitantes” implementados em sua estrutura de modo não trivial. Acreditamos que a contribuição dos circuitos elétricos paraconsistentes seja pioneira na área dos circuitos elétricos, abrindo-se novas vias de investigações. Nas pesquisas referentes ainda na parte de *hardware*, foi a edificação do analisador lógico – para-analisador que permite tratar conceitos de incerteza, inconsistência e paracompleteza. Também foram construídos controladores lógicos baseados nas lógicas anotadas – Paracontrol, simuladores lógicos – Parasim, tratamento de sinais – Parasônico. Como materialização dos conceitos discutidos construiu-se o primeiro robô paraconsistente com o *hardware* paraconsistente: o robô *Emmy* [Da Silva Filho 99], [Abe & Da Silva Filho 03] e o protótipo II do *Emmy* foi estudado em [Torres 04]. Outro robô paraconsistente construído com o *software* baseado na lógica paraconsistente anotada denominou-se *Sofya* e muitos protótipos subsequentes foram construídos: Amanda, Hephaestus, etc.

Os sistemas anotados são lógicas surpreendentemente úteis. Elas abarcam aspectos dos conceitos envolvidos em raciocínio não monotônico, *defesiabile*, *default* e deôntico [Nakamatsu, Abe & Suzuki 00].

Versões de lógicas anotadas também envolvem muitos aspectos das lógicas *fuz*. Isto pode ser visto sob vários ângulos. A teoria anotada de conjuntos engloba *in totum* a teoria de conjuntos *fuzzy* [Abe 92]. Versões axiomatizadas da teoria *fuzzy* também foram obtidas.

Foi erigido o controlador híbrido *parafuzzy* que une características das lógicas anotadas e fuzzy [Da Silva Filho 99].

Finalmente, aspectos algébricos também foram investigados por Abe em [Abe, Akama & Nakamatsu 07] e outras algebrizações interessantes têm sido estudadas por outros autores.

Uma versão particular das lógicas anotadas, a lógica paraconsistente anotada evidencial $E\tau$, serviu de base para a edificação de uma nova classe de Redes Neurais Artificiais, a Rede Neural Artificial Paraconsistente (RNAP) [Da Silva Filho & Abe 01] e [Da Silva Filho, Abe & Torres 08], que passamos a discutir no próximo parágrafo.

4 Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes – RNAPs

A Rede Neural Artificial proposta em [Da Silva Filho & Abe 01] denominada Rede Neural Artificial Paraconsistente – RNAP, baseia-se na lógica paraconsistente anotada evidencial $E\tau$. Tal lógica é capaz de manipular conceitos como de incerteza, de inconsistência e de paracompleteza no seu interior conforme [Abe 92].

Em consequência, a Rede Neural Artificial Paraconsistente é capaz também de manipular os conceitos citados diretamente, o que faz diferenciar das teorias de Redes Neurais Artificiais existentes na literatura. Tais conceitos (incerteza, inconsistência e paracompleteza) estão entre os conceitos mais desafiadores em reconhecimento de padrões, como é fácil de se imaginar.

Uma RNAP é composta por várias Unidades Neurais Artificiais Paraconsistentes – UNAPs – com funções distintas, tais como conexão, aprendizado, memorização etc., que tratam os sinais de entrada da rede provenientes dos graus de evidências favorável e contrária.

Essas UNAPs podem ser caracterizadas como aglomerados de Células Neurais Artificiais Paraconsistentes – CNAPs – interligadas entre si que analisam e modelam sinais elétricos inspirados no comportamento dos neurônios biológicos.

A partir dessa estrutura as RNAPs oferecem a possibilidade de modelar sistemas de programação ou circuitos com base no comportamento do cérebro humano, o que proporciona o tratamento de incertezas e informações contraditórias (inconsistência).

A seguir apresenta-se uma breve descrição de algumas células que compõem a Família das Células Neurais Artificiais Paraconsistentes.

A *Célula Neural Artificial Paraconsistente Analítica Real – CNAPar* – realiza uma análise paraconsistente das entradas e retorna o grau de evidência real diminuindo, assim, o efeito da inconsistência presente nas entradas.

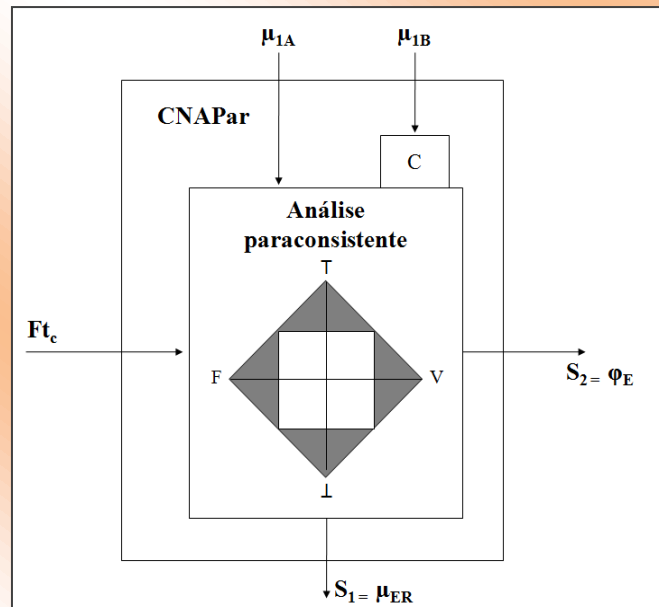


Figura IV - Célula Neural Artificial Paraconsistente Analítica Real

A *Célula Neural Artificial Paraconsistente de Detecção de Igualdade* – *CNAPdi* – compara as entradas e retorna um valor representando a igualdade entre elas.

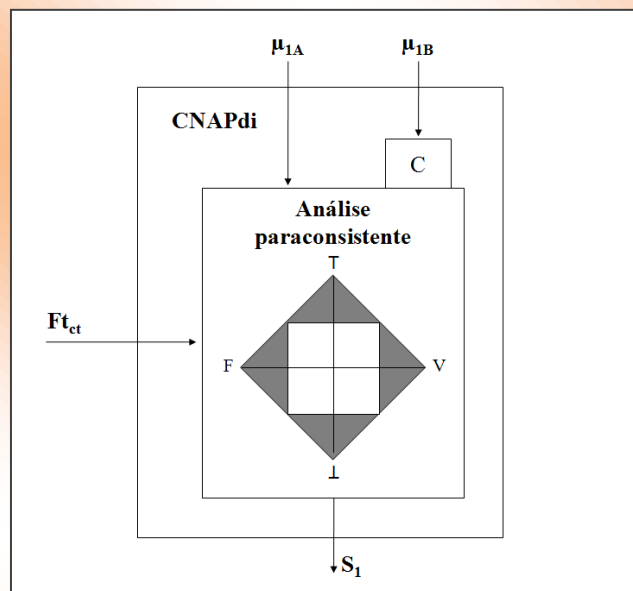


Figura V - Célula Neural Artificial Paraconsistente de Detecção de Igualdade

As *Células Neurais Artificiais Paraconsistentes de Conexão Lógica Simples de Maximização e Minimização* – *CNAPcls* – retornam o valor máximo e mínimo, respectivamente, a partir das entradas.

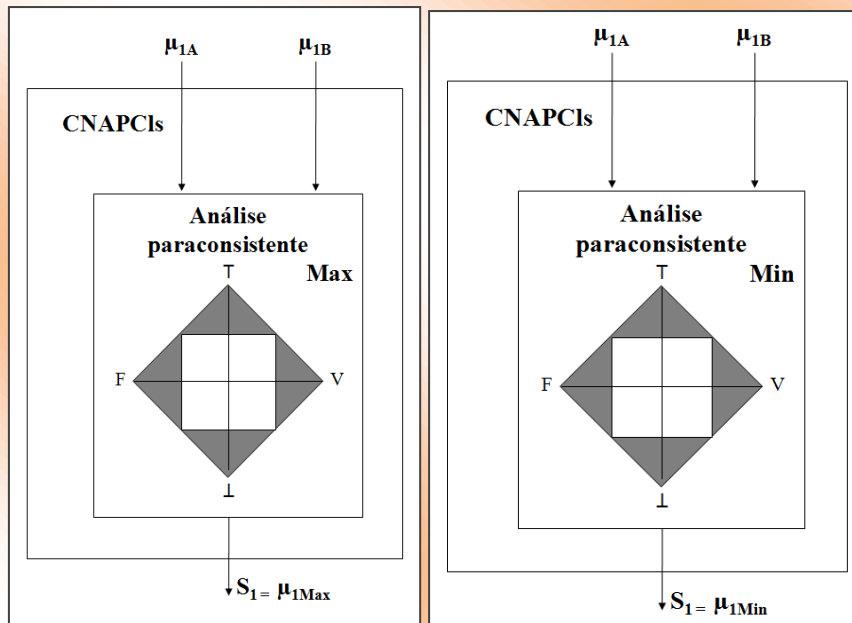


Figura VI - Células Neurais Artificiais Paraconsistentes de Conexão Lógica de Maximização e Minimização

A *Célula Neural Artificial Paraconsistente de Passagem* – CNAPpa – canaliza sinais para determinadas regiões da rede.

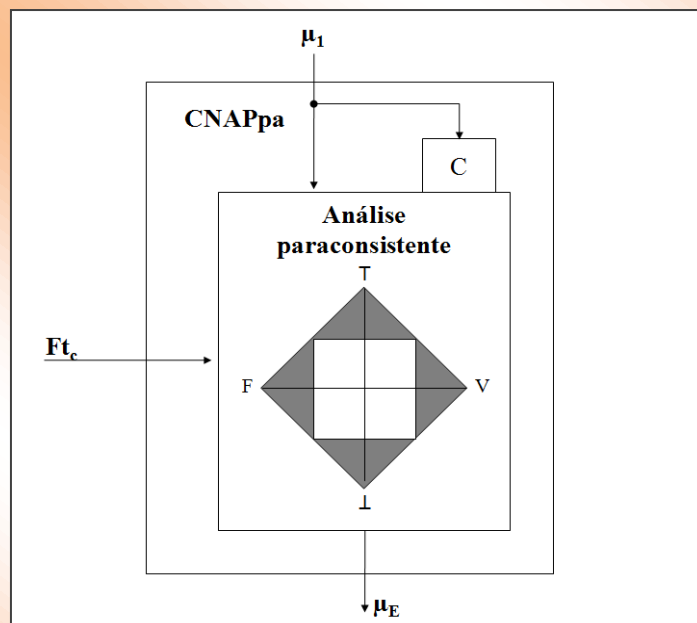


Figura VII - Célula Neural Artificial Paraconsistente de Passagem

5 Aplicações das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes

As RNAPs têm se apresentado como uma importante ferramenta de pesquisa para aplicações que envolvem dados imprecisos, inconsistentes e paracompletos devido a sua capacidade de manipulação e tratamento desses dados.

Atualmente existem vários trabalhos desenvolvidos e em desenvolvimento na área de Inteligência Artificial com base nessa ferramenta. O reconhecimento de caracteres, por exemplo, destaca-se como uma das mais conhecidas e exploradas modalidades de reconhecimento de padrões, que consiste em características extraídas de um conjunto de caracteres com o objetivo de tentar reproduzir a capacidade humana de ler textos.

Como o objetivo da técnica de reconhecimento dos caracteres é classificar as palavras a partir das informações geradas pela extração das suas características, em sistemas de reconhecimento de padrões a maior dificuldade está em determinar o conjunto de características passíveis de extração devido à interferência de erros e/ou ruídos. Considerando esses detalhes, o desempenho de um sistema automático de reconhecimento depende fundamentalmente da qualidade dos documentos nas suas formas original e digital.

Embora haja vários estudos no ramo de reconhecimento de caracteres, essa é uma área em constante desenvolvimento em que novas técnicas e metodologias surgem ao longo do tempo proporcionando melhor desempenho no reconhecimento.

A seguir, apresentaremos um procedimento computacional automático para reconhecimento de caracteres CMC-7, pelo uso das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes, utilizando alguns dos conceitos estudados anteriormente.

6 Sistema Paraconsistente para o Reconhecimento de Caracteres CMC-7

O trabalho de pesquisa que apresentamos abaixo se trata de um sistema computacional paraconsistente para o reconhecimento de Caracteres Magnéticos Codificados em 7 barras (CMC-7), que, ao receber como entrada uma imagem digitalizada de um caractere do tipo CMC-7, previamente tratada e binarizada, deve ser capaz de extrair algumas características específicas em formato de graus de evidências e, a partir dessas características, fazer o reconhecimento do caractere com base nos conceitos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes.



Figura VIII - Exemplo de Caracteres Magnéticos Codificados em 7 barras (CMC7) utilizado em cheque bancário

O processo de reconhecimento subdivide-se em cinco fases: aquisição da imagem, pré-processamento da imagem, mapeamento da imagem em graus de evidência, extração de características e reconhecimento, ilustradas na Figura IX.

As duas primeiras fases referem-se à digitalização e ao pré-tratamento da imagem, os quais não serão abordados nesse capítulo.

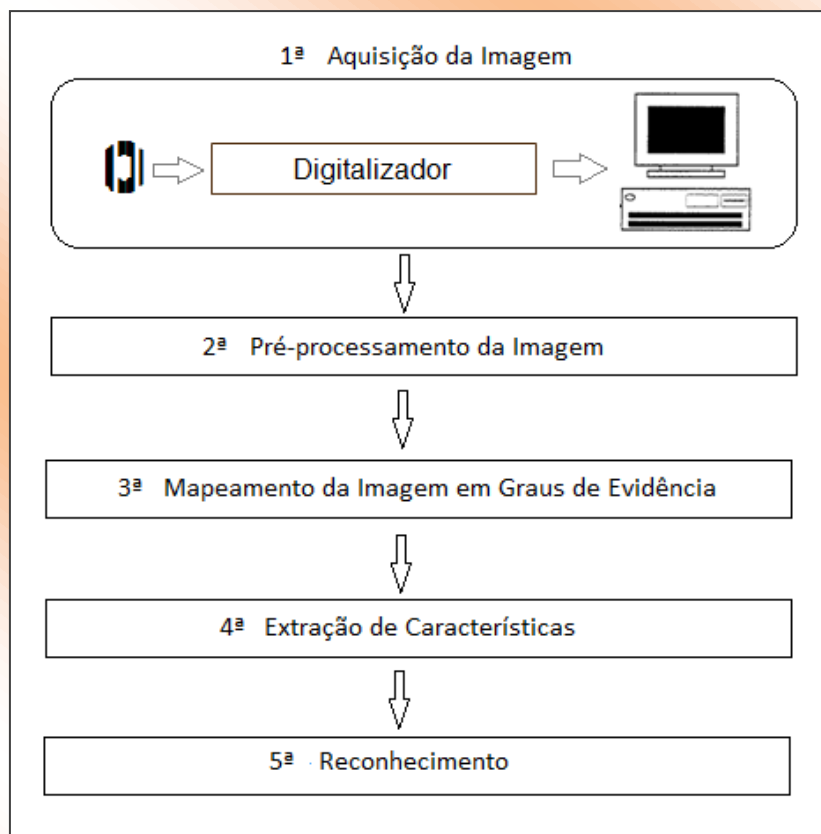


Figura IX - Fases para o processo de reconhecimento

Considerando como entrada do sistema uma imagem previamente tratada, temos a arquitetura do sistema apresentada pela Figura X composta por três camadas, sendo elas, mapeamento da imagem em graus de evidência, extração de características da imagem e o reconhecimento do caractere.

A primeira camada responsabiliza-se pelo mapeamento do contorno do caractere apresentado na imagem digitalizada. A partir desse mapeamento algumas características como linhas verticais e horizontais, transições direcionais e curvatura, são extraídas da imagem e, com base nessas características, o processo de reconhecimento é realizado na última camada utilizando os conceitos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes.

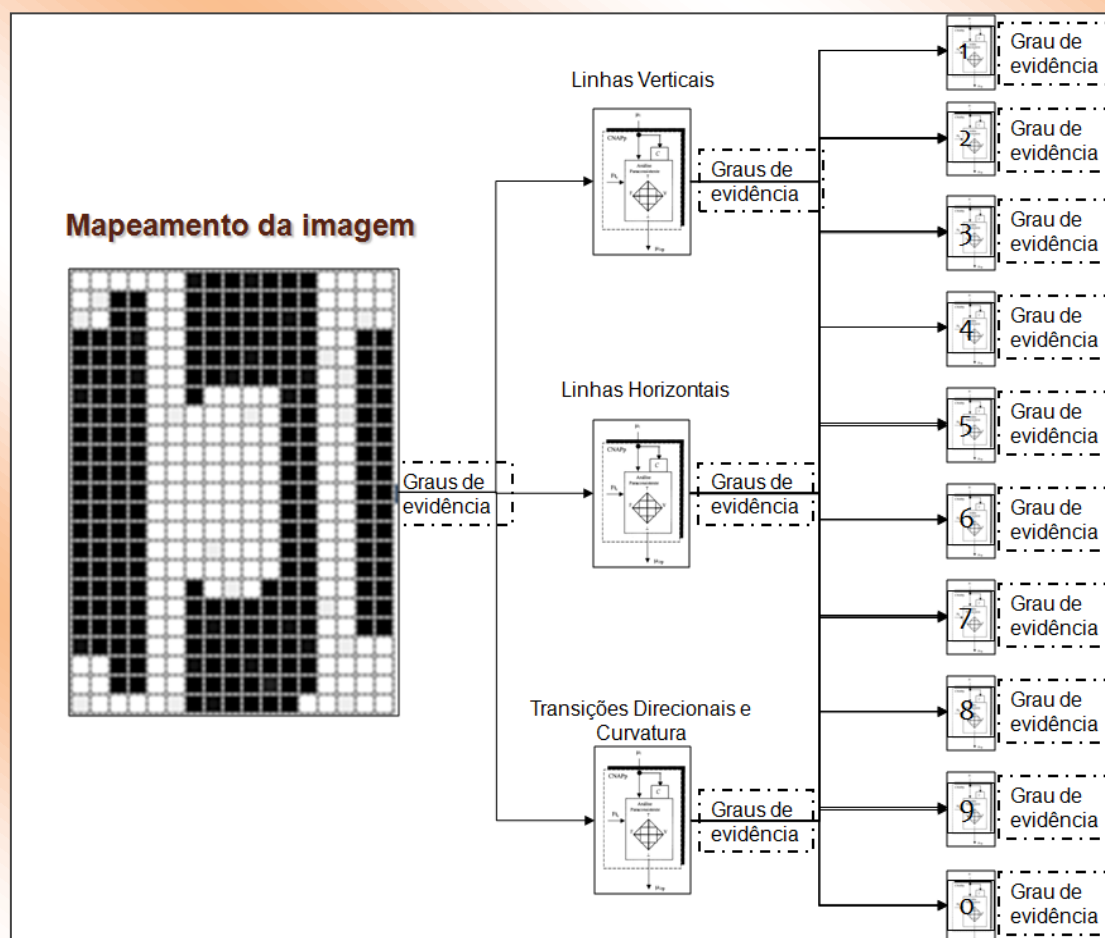


Figura X - Arquitetura do Sistema

A seguir apresentam-se alguns detalhes dos procedimentos realizados em cada camada.

6.1 Mapeamento da Imagem em Graus de Evidência

No processo de mapeamento da imagem extraímos o contorno da imagem adotando graus de evidência para cada pixel. Esse mapeamento é subdividido em quatro partes, sendo elas: lado esquerdo, lado direito, topo e base da imagem.

Considerando que o grau de evidência deve ser um valor no intervalo [0, 1], adotamos que '0' demonstra a ausência de pixel preto na linha/coluna analisada.

No caso dos lados esquerdo e direito, adotamos como base a normalização do grau de evidência entre as colunas da imagem, ou seja, utilizamos regra de três simples para calcular o grau de evidência com base na quantidade de colunas da imagem.

$$\begin{aligned} [total\ de\ colunas] & \quad \text{-----} \rightarrow 1 \\ [coluna\ do\ pixel\ preto\ encontrado] & \quad \text{---} \rightarrow x \end{aligned}$$

Como exemplo, podemos utilizar a Figura XI com 17 colunas e 23 linhas:

- *lado esquerdo*: a primeira linha da imagem possui o primeiro pixel preto na 7ª coluna, portanto, o valor do grau de evidência atribuído equivale a $7/17 = 0,41$.
- *lado direito*: a primeira linha da imagem possui o último pixel preto na 13ª coluna, portanto, o valor do grau de evidência atribuído equivale a $13/17 = 0,76$.

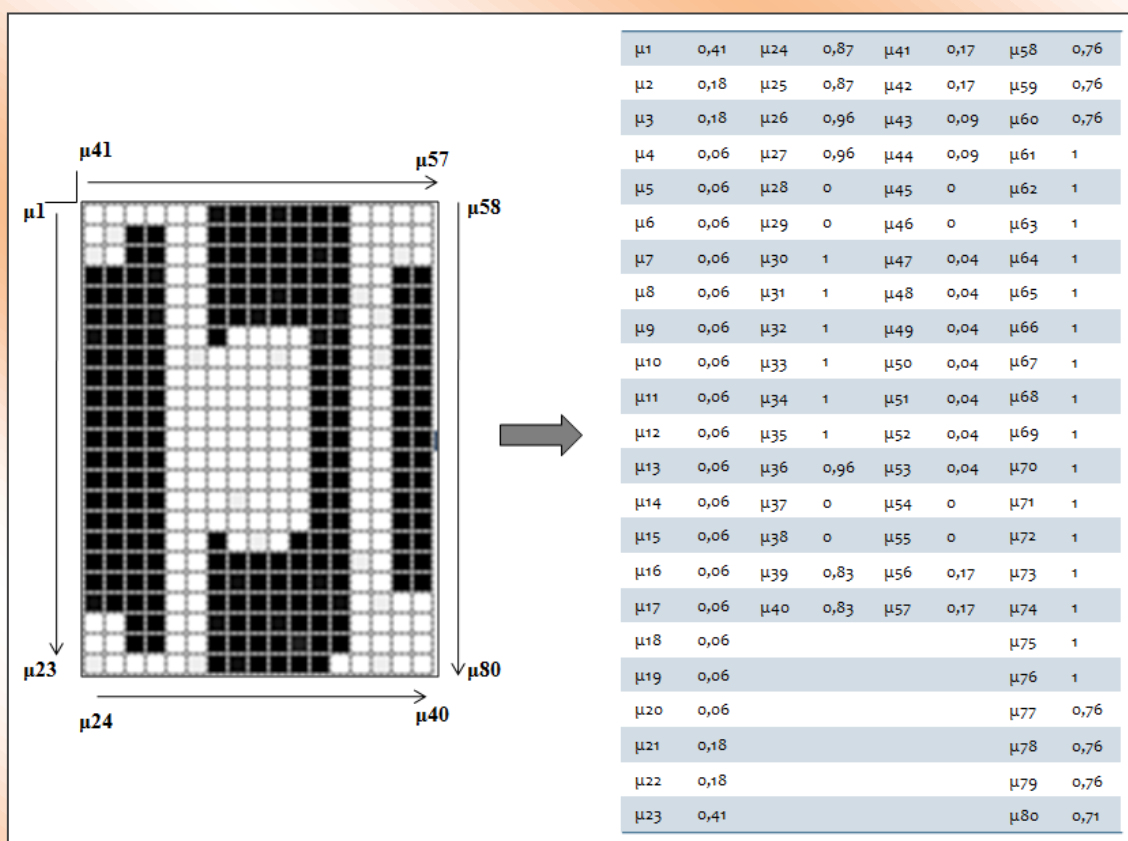


Figura XI - Mapeamento da imagem em Graus de evidência

No caso do topo e base da imagem, adotamos como base a normalização do grau de evidência entre as linhas, ou seja, utilizamos regra de três simples para calcular o grau de evidência com base na quantidade de linhas da imagem.

$$\begin{array}{l}
 [total\ de\ linhas] \quad \text{-----} \blacktriangleright \quad I \\
 [linha\ do\ pixel\ preto\ encontrado] \quad \text{---} \blacktriangleright \quad x
 \end{array}$$

Assim, ainda utilizando a Figura XI temos:

- *topo da imagem*: a primeira coluna possui o primeiro pixel preto na 4ª linha, portanto, o valor do grau de evidência atribuído equivale a $4/23 = 0,17$.

- *base da imagem*: a primeira coluna possui o último pixel preto na 13ª linha, portanto, o valor do grau de evidência atribuído equivale a $20/23 = 0,87$.

Ao final desse processo temos quatro grupos de graus de evidência (esquerda, direita, topo e base) representando o contorno da imagem, os quais são a base para o processo de extração de característica.

6.2 Extração de Características da Imagem

Como o processo de reconhecimento é realizado a partir de características específicas do caractere, escolhemos algumas características com base no estudo de algumas técnicas do grafismo para compor o processo de extração de características do nosso sistema.

Conforme apresentado na Figura X, o processo de extração das características é realizado a partir dos graus de evidência obtidos no mapeamento da imagem.

Nos primeiros tipos de extração de características, linhas verticais e horizontais, utilizamos uma Unidade Neural Artificial Paraconsistente, apresentada na Figura XII, para detectar os segmentos de reta verticais e horizontais da imagem.

Essa UNAP, nomeada Unidade das Linhas Verticais e Horizontais – ULVH, é alimentada com os graus de evidências obtidos no mapeamento da imagem e, como saída, gera uma lista com os segmentos de reta reconhecidos, onde cada segmento de reta compõe-se por um conjunto de graus de evidência com suas peculiaridades representando as seguintes informações:

- *Direção* (lado analisado na imagem – esquerda, direita, topo ou base). Atribuiu-se o valor '1' para esquerda e topo, e valor '0' para direita e base.

- *Tamanho do segmento de reta*. Valor entre o intervalo [0, 1] calculado com base na quantidade de pixels que o comprimento do segmento de reta possui.

- *Localização do segmento de reta na linha*. Valor entre o intervalo [0, 1] equivalente a posição do segmento de reta na linha considerando que o valor do grau de evidência é crescente da esquerda para a direita.

- Localização do segmento de reta na coluna. Valor entre o intervalo [0, 1] equivalente a posição do segmento de reta na coluna considerando que o valor do grau de evidência é crescente do topo para a base.

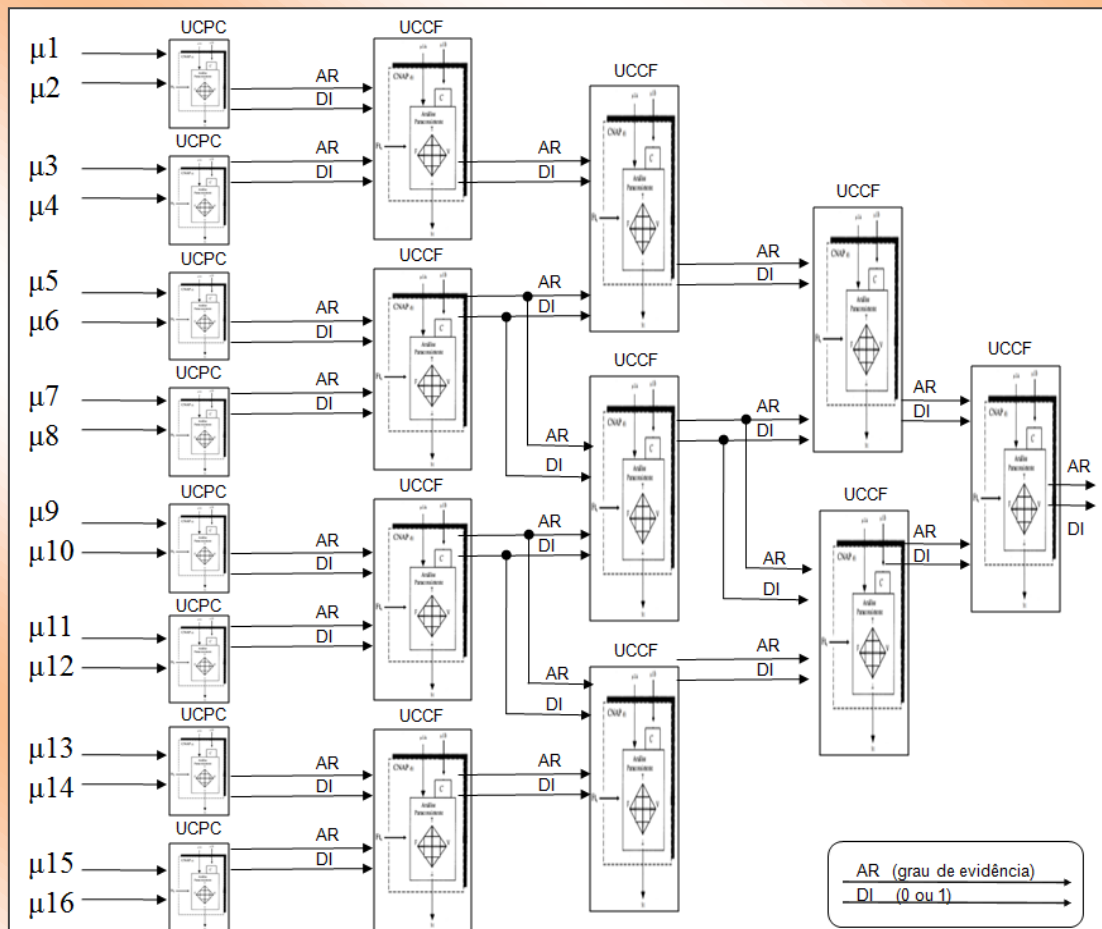


Figura XII - Arquitetura da ULVH

A primeira camada da RNAP compõe-se de um conjunto de Unidades Neurais Artificiais Paraconsistentes nomeadas UCPC (Unidade das Células da Primeira Camada) e as demais camadas são formadas por outro tipo de Unidades Neurais Artificiais Paraconsistentes, nomeadas UCCF (Unidade das Células das Camadas Finais).

Na primeira camada dessa arquitetura, cada UCPC recebe duas entradas da sequência dos graus de evidência.

Na camada subsequente (segunda), cada UCCF recebe duas entradas da sequência das saídas da primeira camada ordenadamente.

A partir da terceira camada, as UCCF são interconectadas através da segunda entrada da UCCF anterior.

Na primeira camada, cada UCPC compõe-se por duas Células Neurais Artificiais Paraconsistentes, CNAPar e CNAPdi, conforme Figura XIII.

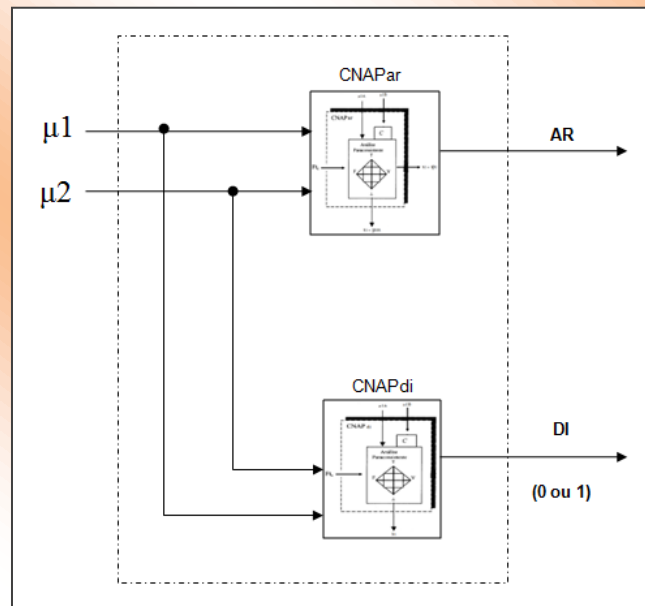


Figura XIII - Arquitetura da UCPC

A CNAPar calcula e retorna o grau de evidência real diminuindo, assim, a inconsistência das entradas, conforme [Da Silva Filho, Abe & Torres 08]. Nas arquiteturas das UCPC e UCCF o valor retornado por uma célula desse tipo será representada pela sigla 'AR'.

A CNAPdi verifica se as entradas são iguais retornando os valores 0 ou 1. Nas arquiteturas das UCPC e UCCF o valor retornado por uma célula desse tipo será representado pela sigla 'DI'.

A UCPC retorna uma lista com o resultado de ambas as células, CNAPar e CNAPdi, representadas pelas siglas AR e DI.

Nas demais camadas, cada UCCF compõe-se por oito CNAPs, sendo três CNAPcls de Minimização, uma CNAPcls de Maximização, três CNAPdi e uma CNAPar, conforme Figura XIV.

Esta unidade recebe como entrada duas unidades sequenciais da camada anterior (UCPC ou UCCF).

A célula 6 é uma CNAPar que recebe como entrada as saídas AR da camada anterior e calcula o grau de evidência real desses valores. O grau de evidência real calculado é a saída AR desta UCCF.

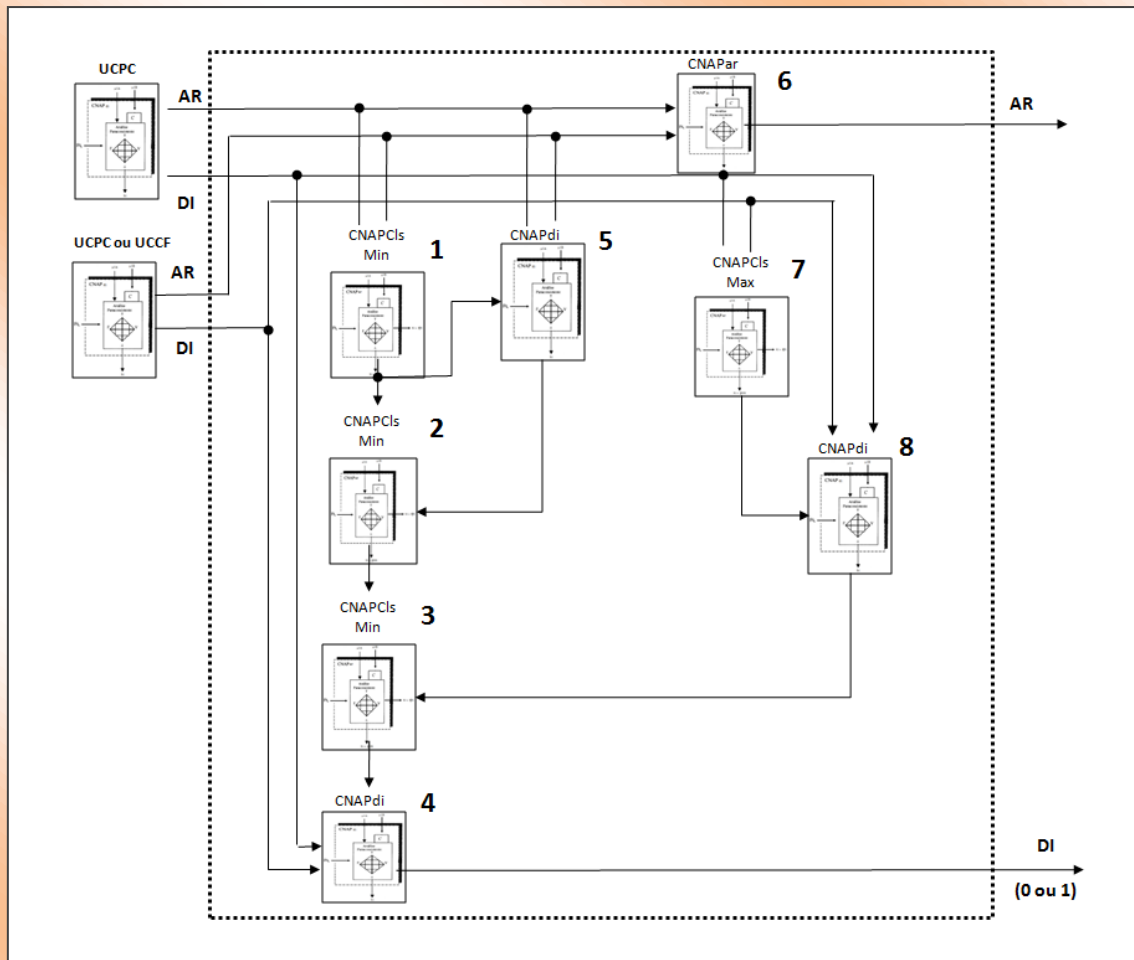


Figura XIV - Arquitetura da UCCF

A célula 4 é a CNAPdi principal que recebe como entrada as saídas DI da camada anterior e verifica se existe igualdade entre elas, informando, assim, se existe ou não, um segmento de reta. Esta célula é influenciada pela saída da célula 3 que representa o fator de contradição. Independentemente dos valores de entrada, se o fator de contradição for igual a 0, então a saída dessa célula será 0, indicando que não existe um segmento de reta. A saída dessa célula será a saída DI desta UCCF.

As demais células foram adicionadas a esta UCCF para tratar três casos especiais apresentados na Figura XV, que detalhamos a seguir.

1) O primeiro caso ocorre quando as saídas AR e DI da camada anterior são iguais a 0. Isso acontece quando existe ausência de informação.

2) O segundo caso ocorre quando as saídas da camada anterior apresentam os seguintes resultados: saídas AR maiores do que 0 e diferentes entre si, e saídas DI iguais a 1. Isso acontece quando existem dois segmentos de reta distintos em colunas diferentes.

3) O terceiro e último caso ocorre quando as saídas da camada anterior apresentam os seguintes resultados: saídas AR maiores do que 0 e iguais, e saídas DI iguais a 0. Isso acontece quando existem dois segmentos de reta distintos na camada anterior para cada entrada da UCCF. Nesse caso são analisados dois blocos de oito células, onde cada bloco possui dois segmentos de reta distintos.

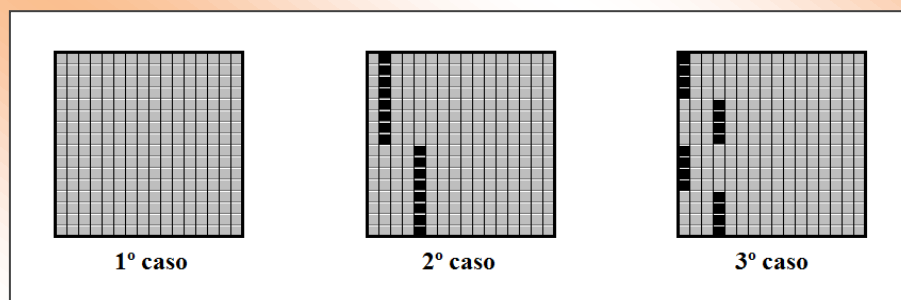


Figura XV - Exemplos dos casos especiais tratados pela UCCF

Assim, os segmentos de reta são identificados a partir da análise das saídas DI retornadas pelas camadas da rede.

Quando a última camada da rede apresenta a saída DI igual a 1, significa que existe um único segmento de reta com tamanho máximo. Caso contrário, o sistema percorre as camadas anteriores em busca das saídas DI igual a 1, que caracterizam um segmento de reta.

Na extração das características das linhas verticais e horizontais, utilizamos duas UNAPs desse tipo, uma para as linhas verticais e outra para as linhas horizontais. Através dessas UNAPs, as características referentes às linhas verticais e horizontais da imagem são identificadas e agrupadas individualmente em forma de graus de evidência.

Para a última característica, transições direcionais e curvatura, os grupos de graus de evidência obtidos no processo de mapeamento da imagem são agrupados conforme sequência definida na Figura XI, de modo a representar o histograma do contorno da imagem formado por esse agrupamento, conforme apresentado na Figura XVI.

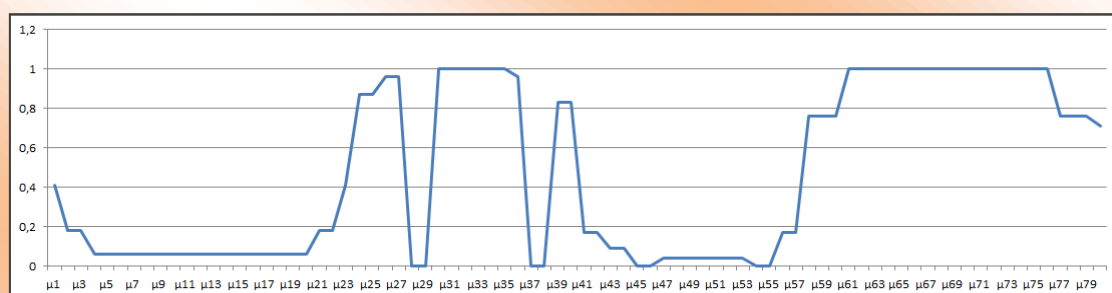


Figura XVI - Histograma do contorno da imagem

Ao final desse processo, são enviados três grupos de graus de evidência para a camada de reconhecimento da imagem referentes a cada tipo de extração de característica.

6.3 Reconhecimento da Imagem

No processo de reconhecimento comparamos os graus de evidência obtidos no processo de extração de características da imagem apresentada, com os graus de evidência obtidos de cada imagem padrão dos caracteres CMC-7, ou seja, realiza-se um processamento paraconsistente para cada caractere padrão, onde a saída representa o grau de evidência de reconhecimento do mesmo.

Esse processamento compõe-se por duas unidades UARL (Unidade de Agrupamento do Reconhecimento de Linhas), sendo uma para analisar as características das linhas verticais e outra para as linhas horizontais, e uma URP (Unidade de Reconhecimento de Padrão) para analisar as características das transições direcionais e curvatura.

A UARL, Figura XVII, responsabiliza-se por realizar o reconhecimento das linhas verticais ou horizontais através de duas unidades URP, e por transformar a saída dessas unidades em um único grau de evidência através de uma CNAPa.

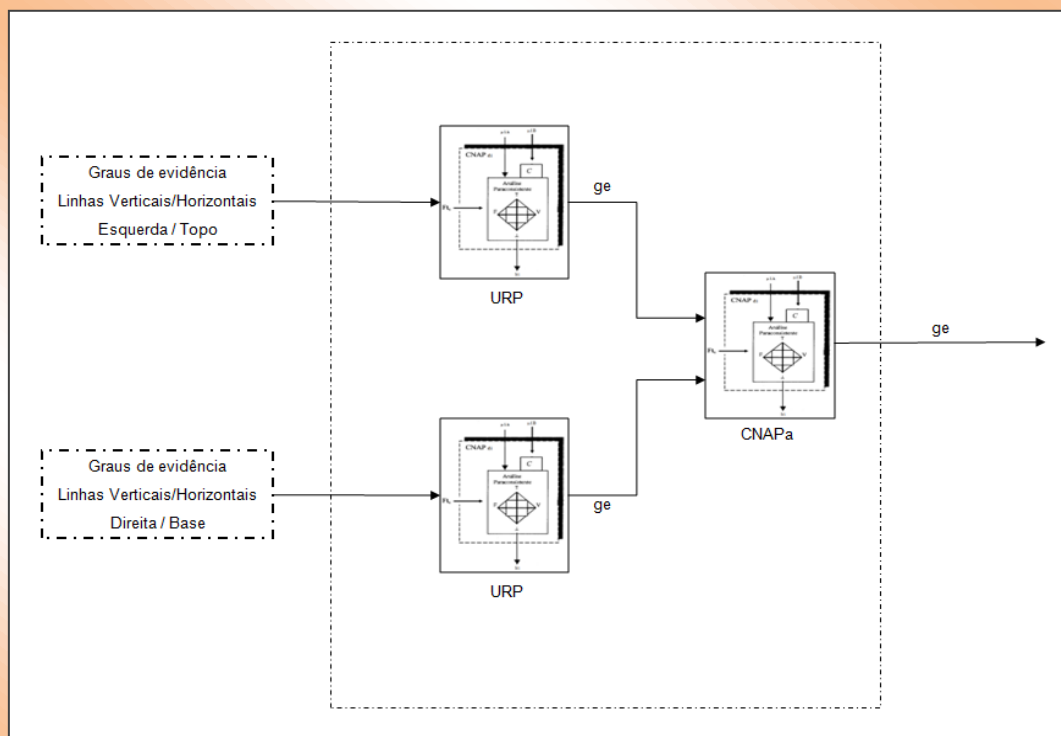


Figura XVII - Arquitetura da UARL

A URP, apresentada na Figura XVIII, destaca-se como a unidade de maior importância do processo de reconhecimento. Nela realiza-se a comparação entre os graus de evidência obtidos no processo de extração de característica do caractere apresentado, e os graus de evidência de um determinado caractere padrão.

Essa unidade recebe dois grupos de graus de evidência. Um refere-se ao caractere apresentado ao sistema e o outro a um caractere padrão. A entrada desses dados são organizados em pares e apresentados a uma célula de detecção de igualdade na primeira camada da rede, posteriormente, as saídas de cada CNAP_{di} são encaminhadas para as demais camadas, compostas por CNAP_a, para transformar essas saídas em um grau de evidência final.

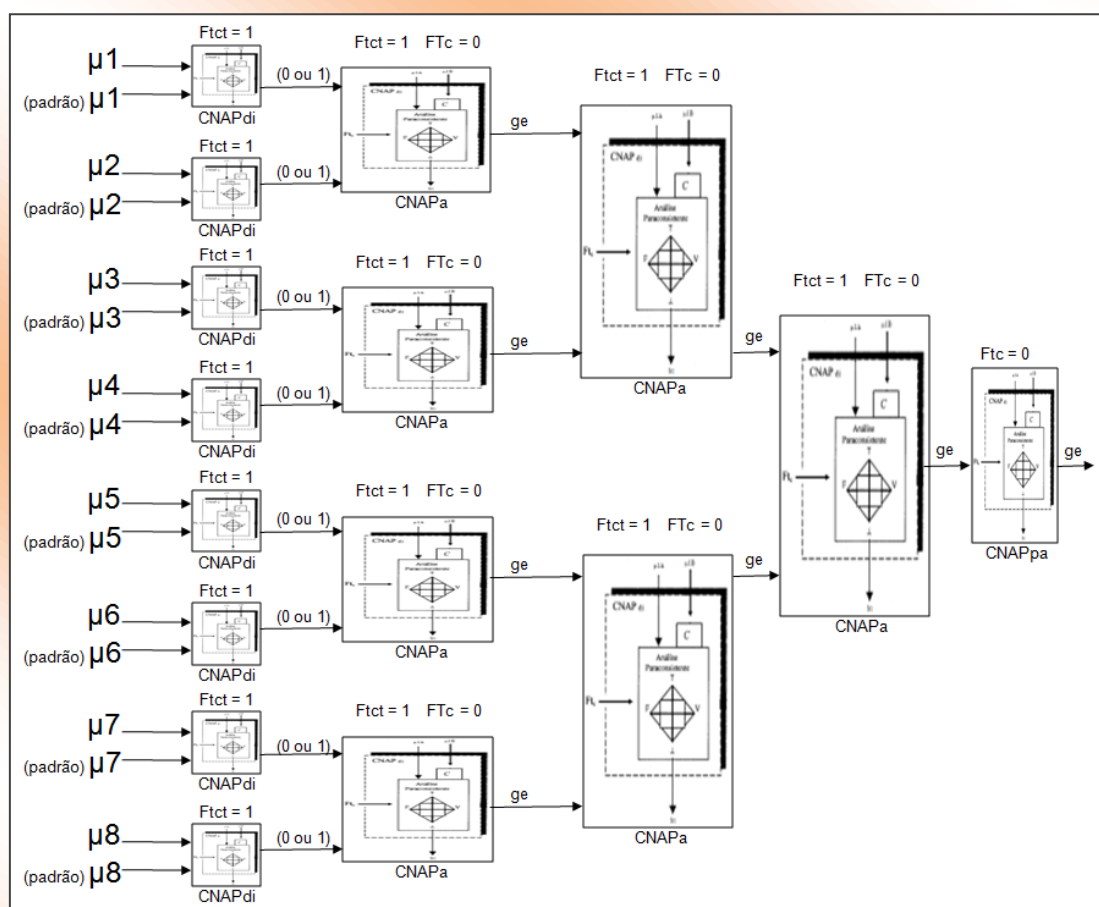


Figura XVIII - Arquitetura da URP

Para transformar as saídas dessas unidades em um único grau de evidência que representará a saída final, ou seja, o grau de evidência de reconhecimento de um determinado caractere, utilizamos o Algoritmo Paraconsistente Extrator de Efeitos da Contradição – ParaExtr_{ctr} – desenvolvido por Da Silva Filho [Da Silva Filho 09], que tem a habilidade de extrair, de forma gradativa, os efeitos da contradição em sinais que representam conhecimento incerto.

O algoritmo $\text{ParaExtr}_{\text{ctr}}$, simbolizado na Figura XIX, recebe um grupo de graus de evidência, no nosso caso as saídas das três UNAPs descritas acima. Na primeira etapa são selecionados os graus de evidência de maior e menor valor (μ_{max} e μ_{min}) e os seguintes parâmetros são definidos como entrada do NAP, simbolizado na Figura XX, para a extração dos efeitos da contradição: “ $\mu = \mu_{\text{max}}$ ” e “ $\lambda = 1 - \mu_{\text{min}}$.”

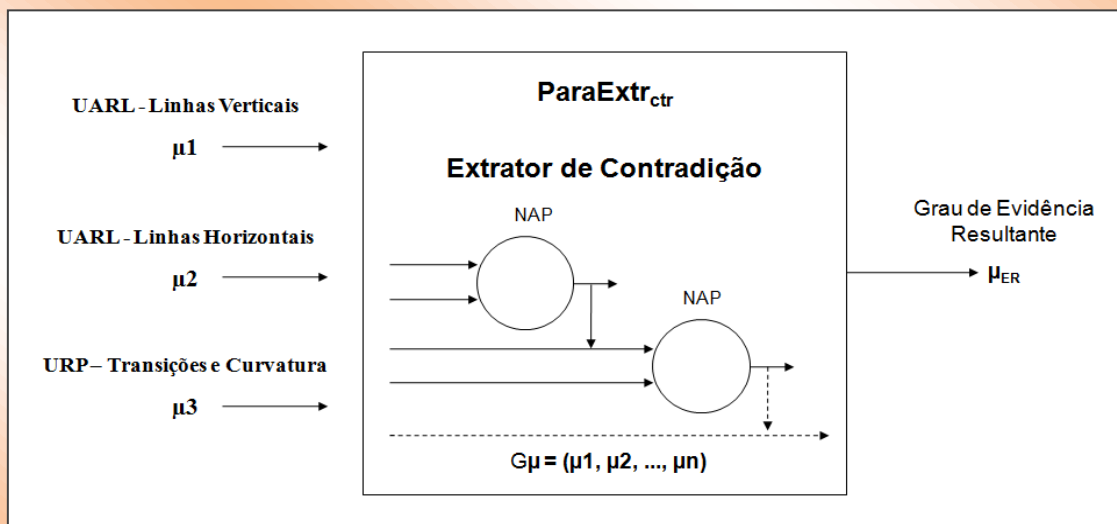


Figura XIX - Algoritmo Paraconsistente Extrator de Efeitos da Contradição

Após a primeira análise, os graus de evidência selecionados para a primeira etapa são substituídos pelo resultado da análise realizada pelo NAP, e inicia-se a próxima e última etapa seguindo os mesmos critérios da primeira. Como resultante desse processamento, obtemos um único valor que representa o grau de evidência resultante de cada caractere.

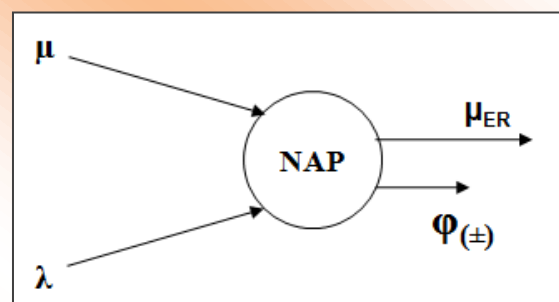


Figura XX - Símbolo do NAP - Nó de Análise Paraconsistente

Ao final do processo de reconhecimento, cada caractere padrão exibe um grau de evidência, o qual o maior valor representa o caractere reconhecido pelo sistema, conforme arquitetura do sistema apresentada na Figura X.

7 Conclusão

As Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes é um novo tipo de rede que vem se mostrando útil em muitas aplicações. A construção da RNAP permite manipular diretamente conceitos difusos, inconsistentes e paracompletos em seu interior; esperamos que essa característica leve a uma maior precisão na captação de dados e no seu tratamento. Algumas aplicações foram efetuadas: como método de auxílio no diagnóstico da Doença de Alzheimer [Lopes 09], [Abe, Lopes & Anghinah 07], [Lopes, Abe & Anghinah 09], no estudo de variáveis craniométricas [Mário 06], [Mário, Abe, Ortega & Del Santo 10], no estudo da disfunção da fala [Prado 07], em robôs móveis autônomos [Torres 10] e outros temas. Esperamos contribuir mais em trabalhos futuros.

8 Referências Bibliográficas

- [Abe 92] ABE, J. M. **Fundamentos da Lógica Anotada**, Tese de Doutorado, FFLCH - USP, 135 pp, 1992.
- [Abe 97] ABE, J. M. *Some Aspects of Paraconsistent Systems and Applications*, **Logique et Analyse**, 157, 83-96, 1999.
- [Abe & Akama 99] ABE, J. M.; AKAMA, S. *A Logical System for Reasoning with Fuzziness and Inconsistencies*, **Proceedings of the IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing (ASC'99)**, August 9-12, Honolulu, Hawaii, USA, 221-225, 1999.
- [Abe, Lopes & Anghinah 07] ABE, J. M.; LOPES, H. F. S.; ANGHINAH, R. *Paraconsistent Artificial Neural Network and Alzheimer Disease: A Preliminary Study*, **Dementia & Neuropsychologia**, v. 3., 241-247, ISSN 1980-5764, 2007.
- [Abe & Papavero 91] ABE, J. M.; PAPAVERO, N. **Teoria Intuitiva dos Conjuntos**, McGraw-Hill, Makron Books, São Paulo, 266 pp, 1991.
- [Akama & Abe 00b] AKAMA, S.; ABE, J. M. *Annotated Rules with Uncertainty in Expert Systems*, **Proceedings of the IASTED International Applied Informatics, Sponsor: The International Association of Science and Technology for Development (IASTED)**, February 14-17, 2000, Innsbruck, Austria, 817-820, 2000.
- [Andries 02] ANDRIES, P. **Computational Intelligence. An Introduction**. Engelbrecht, 2002.
- [Arbib 87] ARBIB, M. A. **Machines and Mathematics**, Springer, 2. edição, 1987.
- [Ávila 96] ÁVILA, B. C. **Uma Abordagem Paraconsistente Baseada em Lógica Evidencial para Tratar Exceções em Sistemas de Frames com Múltipla Herança**, tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

- [Azevedo, Brasil & Oliveira 00] AZEVEDO, M. A.; BRASIL, L. M.; DE OLIVEIRA, R. C. L. **Redes Neurais com Aplicações em Controle e em Sistemas Especialistas**, Visual Books, 2000.
- [Barreto 02] BARRETO, J. M. **Introdução às Redes Neurais Artificiais**. UFSC, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~barreto/tutoriais/Survey.pdf>.
- [Bishop 95] BISHOP, C. M. *Neural Networks for Pattern Recognition*. 1. ed. Oxford University Press, 1995.
- [Da Costa 80] DA COSTA, N. C. A. **Ensaio Sobre os Fundamentos da Lógica**. São Paulo, Brasil. Hucitec-Edusp, 1980.
- [Da Costa 97] DA COSTA, N. C. A. *Logiques Classiques et Non Classiques*, Masson, Paris, 1997.
- [Da Silva Filho & Abe 00] DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Introdução à Lógica Paraconsistente Anotada com Ilustrações**. Santos: Emmy, 2000.
- [Da Silva Filho 99] DA SILVA FILHO, J. I. **Métodos de interpretação da Lógica Paraconsistente Anotada com anotação com dois valores LPA2v com construção de Algoritmo e implementação de Circuitos Eletrônicos**, EPUSP, Tese de Doutorado, São Paulo, 1999.
- [Da Silva Filho & Abe 00] DA SILVA FILHO, J. I. & ABE, J. M. *Paraconsistent analyzer module, International Journal of Computing Anticipatory Systems*, v. 9, ISSN 1373-5411, ISBN 2-9600262-1-7, 346-352, 2001.
- [Da Silva Filho 09] DA SILVA FILHO, J. I. **Algoritmo Paraconsistente Extrator de Efeitos da Contradição - ParaExtr_{ctr}. Seleção Documental**, v. 15, p. 21/ATC3-28, 2009.
- [Da Silva Filho, Abe & Torres 08] DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M.; TORRES, G. L. **Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes: Teorias e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- [Dazzi 99] DAZZI, R. L. S. **Sistemas Especialistas Conexionistas: Implementação por Redes Diretas e Bidimensionais**. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1999.
- [De Mendonça 08] DE MENDONÇA, F. L. L. **Proposta de arquitetura de um sistema com base em OCR neuronal para resgate e indexação de escritas paleográficas do séc. XVI ao XIX**, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, 2008.
- [Duneau 94] DUNEAU, L. *Étude et réalisation d'un système adaptatif pour la reconnaissance en ligne de mots manuscrits*, Tese de Doutorado, Université Technologique de Compiègne, França, 1994.
- [Fausett 94] FAUSETT, L. *Fundamentals of Neural Network Architectures, Algorithms, and Applications*, USA, s.ed. Prentice Hall, 1994.

- [Ferrara 04] FERRARA, L. F. P. **Aplicações das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes no Reconhecimento de Caracteres**, em português, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 2004.
- [Fischler & Frschein 87] FISCHLER, M. A.; O. FIRSCHEIN. *Intelligence The Eye, The Brain and The Computer*. Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1987.
- [Haussounn 95] HASSOUNN, M. H. *Fundamentals of Artificial Neural Network*, USA, s.ed. MIT Press, 1995.
- [Haykin 94] HAYKIN, S. *Neural Networks*. Canada, Toronto, McMaster University, s.ed., 1994.
- [Hebb 49] HEBB, D. *The Organization of Behavior*. Wiley, New York, 1949.
- [Hecht-Nielsen 82] HECHT-NIELSEN, R. *Neural analog processing*. Proc. SPIE, 360. PP. 180-189. Bellingham, WA, 1982.
- [Hecht-Nielsen 90] HECHT-NIELSEN, R. *Neurocomputing*. New York, Addison Wesley Publ. Co., s.ed. 1990.
- [Hertz, Krogh & Palmer 91] HERTZ, J.; KROGH, A.; PALMER, R. *An introduction to the Theory of Neural Computation*, ISBN 0-201-50395-6 and 0-201-51560-1, 1991.
- [Hinton & Sejnowski 87] HINTON, G. E.; SEJNOWSKI, T. J. *Neural network architectures for AI. Tutorial. AAAI Conference*, 1987.
- [Hopfield & Tank 86] HOPFIELD, J. J.; TANK, T. W. *Computing with Neural Circuits: A Model* s.ed. Science, 1986.
- [Hopfield 82] HOPFIELD, J. *Neural networks and physical systems with emergent collective's computational abilities*. In: *Proceedings of The National Academy of Sciences*, v. 79, 2554-2558, 1982.
- [Kohonen 89] KOHONEN, T. *Self Organization and Associative Memory*, Springer-Verlag, Berlin, 3. edição, 1989.
- [Korf 98] KORF, R. E. *Artificial intelligence search algorithms*. In *CRC Handbook of Algorithms and Theory of Computation*, M. J Atallah, ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 1998.
- [Kosko 92] KOSKO, B. *Neural Networks for signal processing*. USA, New Jersey. s.ed. Prentice-Hall, 1992
- [Lau 91] LAU, C. G. Y. *Neural Network - Theoretical foundations and analysis*. 1. ed. USA, IEEE Press, 1991.
- [Lopes 09] LOPES, H. F. S. **Aplicação de Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes como método de auxílio no diagnóstico da doença de Alzheimer**, dissertação de mestrado, Faculdade de Medicina-USP, São Paulo, 473pp., 2009.

- [Lopes, Abe & Anghinah 09] LOPES, H. F. S.; ABE, J. M.; ANGHINAH, R. *Application of Paraconsistent Artificial Neural Networks as a Method of Aid in the Diagnosis of Alzheimer Disease*, *Journal of Medical Systems*, ISSN0148-5598 (Print) 1573-689X (Online), Springer-Netherlands, DOI-10.1007/s10916-009-9325-2, 1-9, 2009.
- [Mário 06] MÁRIO, M. C. **Modelo de Análise de Variáveis Craniométricas Através Das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes**, Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina – USP, São Paulo, 103pp., 2006.
- [Mário, Abe, Ortega & Del Santo 10] MÁRIO, M. C.; ABE, J. M.; ORTEGA, N.; DEL SANTO JR., M. *Paraconsistent Artificial Neural Network as Auxiliary in Cephalometric Diagnosis*, *Artificial Organs*, Wiley Interscience, ISSN: 0160-564X, v.34, i.7, 215-221, DOI 10.1111/j.1525-1594.2010.00994.x, 2010.
- [McCulloch 43] McCULLOCH, W.; PITTS, W. *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 1943.
- [Minsky & Papert 88] MINSKY, M.; PAPERT, S. *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*, 2. ed., 3. impressão, The MIT Press, 1988.
- [Nakamatsu, Abe & Suzuki 00] NAKAMATSU, K.; ABE, J. M.; SUZUKI, A. *Annotated Semantics for Defeasible Deontic Reasoning, Rough Sets and Current Trends in Computing*, *The Second International Conference on Rough Sets and Current Trends in Computing - RSCTC'2000*, Banff, Canada, Lecture Notes in Artificial Intelligence series, LNAI 2005, Springer-Verlag, 470-478, 2000.
- [Prado 96] PRADO, J. P. A. **Uma Arquitetura em IA Baseada em Lógica Paraconsistente**, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1996.
- [Prado 07] PRADO, J. C. A. **Constelação Fônica e Redes Neurais Artificiais: Aplicabilidade na Análise Computacional da Produção da Fala**, Tese de Doutorado, FFLCH-USP, São Paulo, 176pp., 2007.
- [Rodrigues, Silva & Thomé 01] RODRIGUES, R. J.; SILVA, E.; THOMÉ, A. C. G. *Feature extractions Using Contour Projection*, accepted for presentation at SCI2001. Orlando – USA, July 2001.
- [Rosenblatt 58] ROSEBLATT, F. *The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain*, *Psychological Review*, v. 65, n. 1, 386-408, 1958.
- [Siebert 68] SIEBERT, W. *Stimulus Transformation in Peripheral Auditory System in Recognizing Patterns*, Ed. Murray Eden, MIT Press, Cambridge, 1968.
- [Silva, Rodrigues & Thomé 00] SILVA, E.; RODRIGUES, R. J.; THOMÉ, A. C. G. **Reconhecimento de dígitos cursivos – um método de segmentação por histogramas**. Núcleo de Computação Eletrônica UFRJ, 2000.

[Skylansky 73] SKLANSKY, J. *Pattern Recognition: introduction and foundations*, 1.ed. Sklansky, Dowdon, Hutchinson; Ross, inc, 1973.

[Suen, Berthold & Mori 80] SUEN, C. Y.; BERTHOLD, M.; MORI, S. *Automatic Recognition of Handprinted Characters – The State of The Art. Proceedings of the IEEE*, v. 68, n. 4, abril, 1980.

[Tonsig, 00] TONSIG, S. L. **Simulando o Cérebro: Redes Neurais**. Dissertação de Mestrado. PUCCAMP, Campinas, 2000.

[Torres 10] TORRES, C. R. **Sistema Inteligente Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et para Controle e Navegação de Robôs Móveis Autônomos em um Ambiente Não-estruturado**, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Itajubá, 2010.

[Tou & Gonzalez 74] TOU, J. T.; GONZALEZ, R. C. *Pattern Recognition Principles*, 1.ed. USA, Addison-Wesley Publishing Company, 1974.

[Widrow & Lehr 90] WIDROW, B.; LEHR, M. A. *30 Years of Adaptive Neural Networks: Perceptron, Madaline and Backpropagation*. v. 78 n. 9, **Proc. IEEE** 1990.

Sheila Souza – Bacharel em Sistemas de Informação pelo Centro Universitário Fundação Santo André. Desenvolveu projetos de pesquisa patrocinados pela FAPESP como Analista de Sistemas no Projeto Academic Network at São Paulo. Atualmente é mestranda na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e integra a equipe de desenvolvimento dos Sistemas de Informações para Habitação Social – HABISP, adotados pela Secretaria Municipal de Habitação de São Paulo.

Jair Minoro Abe – Bacharel e Mestre em Matemática, Doutor em Filosofia e Livre-Docente em Medicina, todos pela Universidade de São Paulo. Foi Professor Visitante ou Palestrista ocasional em instituições da América do Sul, Europa, México, Japão e Taiwan. Coordena um grupo de estudiosos em aplicações das lógicas paraconsistentes anotadas e coordena a Área de Lógica e Teoria da Ciência do Instituto de Estudos Avançados da USP.

Meio de Publicação: Capítulo de Livro

Título do Capítulo: Aspectos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes
Autores: S. Souza; J. M. Abe

Título do Livro: Aspectos de Lógica e Teoria da Ciência

Local da Publicação: São Paulo - Brasil
Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Instituto de Estudos Avançados da USP
Edição: 1

Total de páginas: 314
Página inicial e página final: 209-246
ISBN: 978-85-63007-02-5

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação
Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção
Projeto de Pesquisa: Inteligência Computacional e Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

AUTONOMOUS MOBILE ROBOT EMMY III

**Cláudio Rodrigo Torres, Jair Minoro Abe,
Germano Lambert-Torres and João Inácio da Silva Filho**

Universidade Metodista de São Paulo
University of São Paulo and Paulista University – UNIP
Federal University of Itajubá, Universidade Santa Cecília – UNISANTA – Brazil

1 Introduction

In this work we present a description of the Emmy III robot architecture [1], [2], [3], [4] and, also, a summary of the previous projects which have led to the Emmy III robot building [5], [6], [7], [8], [9]. These robots are part of a project of applying the Paraconsistent Annotated Evidential Logic $E\tau$ [12] which allows manipulating concepts like fuzziness, inconsistencies and paracompleteness.

The Emmy III robot is designed to achieve a set point in an environment which is divided into coordinates. The Emmy III robot may be considered as a system which is divided into three other subsystems: the planning subsystem, the sensing subsystem and the mechanical subsystem.

The planning subsystem is responsible for generating the sequence of movements the robot must perform to achieve a set point. The sensing subsystem has the objective of informing the planning subsystem the position of obstacles; the mechanical subsystem is the robot itself, it means, the mobile mechanical platform which carries all devices that come from the other subsystems. This platform must also perform the sequence of movements borne by the planning subsystem.

It is observed that the planning subsystem and the sensing subsystem have already been implemented, but the mechanical subsystem has not been implemented yet.

The sensing subsystem uses the Paraconsistent Artificial Neural Networks - PANN [2], [3]. PANN is a new type of Artificial Neural Networks – ANNs based on Paraconsistent Annotated Evidential Logic $E\tau$. In the next paragraph we introduce the main basic concepts of the Logic $E\tau$, as well as some terminologies.

2 Paraconsistent annotated evidential logic $E\tau$

Generally, Paraconsistent Logics is a new kind of logics that allows contradictions without trivialization. A branch of it, the Paraconsistent Annotated Evidential Logic $E\tau$, which will be employed in this work, also deals with the concept of fuzziness. Its language consists of propositions in the usual sense p together with annotation constants: (μ, λ) where $\mu, \lambda \in [0,1]$ (real unitary interval). Thus an atomic formula of the Logic $E\tau$ is of the form $p(\mu, \lambda)$ which can be intuitively read: the favorable evidence expressed by p is μ and the contrary evidence expressed by p is λ . A detailed feature on the subject is found in [12].

The Favorable Evidence Degree (μ) is a value that represents the favorable evidence in which the sentence is true; this value is between 0 and 1.

The Contrary Evidence Degree (λ) is a value that represents the contrary evidence in which the sentence is true; this value is between 0 and 1.

Through the Favorable and Contrary Degrees it is possible to represent the four extreme logic states, as shown in the Figure 1.

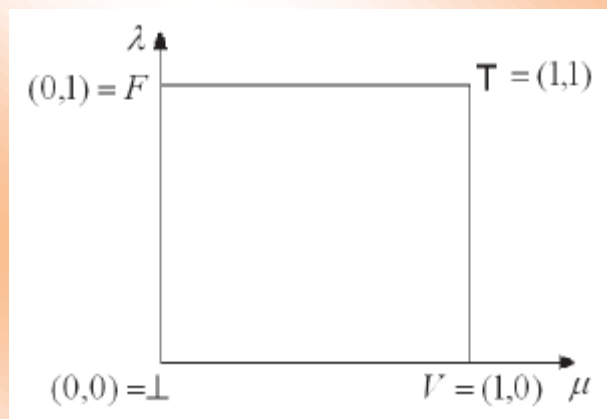


Fig. 1. The extreme logic states

The four extreme logic states are:

- True (V)
- False (F)
- Paracomplete (\perp)
- Inconsistent (T)

In [6] it is proposed the Para-analyzer Algorithm. By this algorithm it is also possible to represent the non-extreme logic state. The Figure 2 shows this.

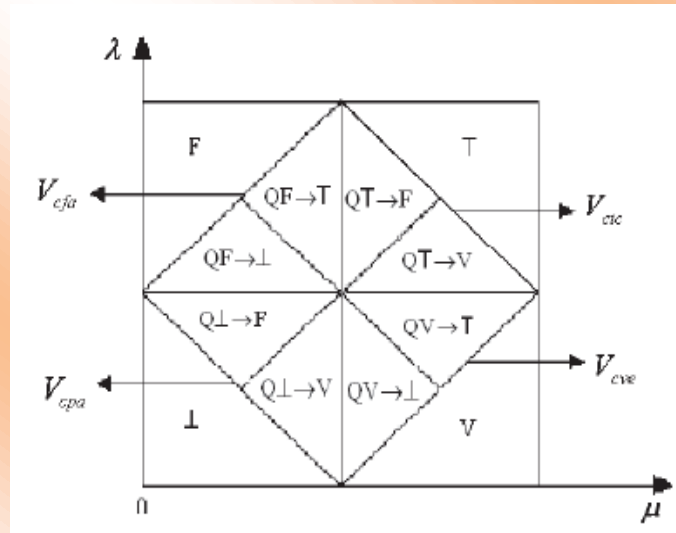


Fig. 2. The non-extreme logic states

The eight non-extreme logic states are:

- Quasi-true tending to Inconsistent - $QV \rightarrow T$
- Quasi-true tending to Paracomplete - $QV \rightarrow \perp$
- Quasi-false tending to Inconsistent - $QF \rightarrow T$
- Quasi-false tending to Paracomplete - $QF \rightarrow \perp$
- Quasi-inconsistent tending to True - $QT \rightarrow V$
- Quasi-inconsistent tending to False - $QT \rightarrow F$
- Quasi-paracomplete tending to True - $Q\perp \rightarrow V$
- Quasi-paracomplete tending to False - $Q\perp \rightarrow F$

It is also defined the Uncertainty Degree: $Gun(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1$ and the Certainty Degree:

$$Gce(\mu, \lambda) = \mu - \lambda \quad (0 \leq \mu, \lambda \leq 1)$$

Some additional control values are:

- V_{cic} = maximum value of uncertainty control
- V_{cve} = maximum value of certainty control
- V_{cpa} = minimum value of uncertainty control
- V_{cfa} = minimum value of certainty control

It is described the proposed sensing system in the next section.

3 Paraconsistent artificial neural network

The artificial neural network of the sensing subsystem is composed of two types of cells: Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPa, and Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPpa. The cells are described as it follows.

3.1 Analytic paraconsistent artificial neural cell – CNAPa

The Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPa has two inputs (μ_{RA} and μ_{RB}) and two outputs (S1 and S2). There are also two configuration parameter inputs (Ftct and Ftc). The Figure 3 shows the graphic representation of this cell.

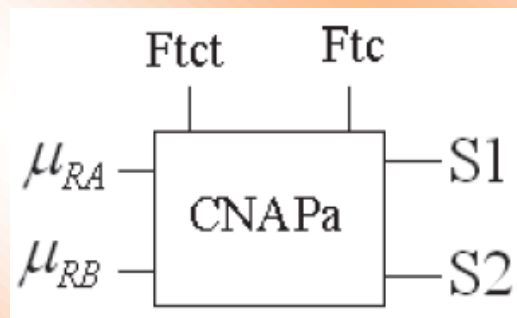


Fig. 3. Graphic representation of the Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell

The input evidence degrees are:

- μ_{RA} , such as: $0 \leq \mu_{RA} \leq 1$
- μ_{RB} , such as: $0 \leq \mu_{RB} \leq 1$

There are also two control values:

- Contradiction Tolerance Factor – Ftct, such as: $0 \leq Ftct \leq 1$
- Certainty Tolerance Factor – Ftc, such as: $0 \leq Ftc \leq 1$

The Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPa has two outputs. The out-put 1 (S1) is the Resultant Evidence Degree - μ_E .

- μ_E , such as: $0 \leq \mu_E \leq 1$
- The output 2 (S2) is the Resultant Evidence Interval – ϕ_E .
- ϕ_E , such as: $0 \leq \phi_E \leq 1$

The Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell calculates the maximum value of certainty - V_{cve} , the minimum value of certainty control - V_{cfa} , the maximum value of uncertainty control - V_{cic} , and the minimum value of uncertainty control - V_{cpa} , by this way:

$$V_{cve} = \frac{1 + Ft_c}{2} \quad (1)$$

$$V_{cfa} = \frac{1 - Ft_c}{2} \quad (2)$$

$$V_{cic} = \frac{1 + Ft_{ct}}{2} \quad (3)$$

$$V_{cpa} = \frac{1 - Ft_{ct}}{2} \quad (4)$$

The Resultant Evidence Degree – μ_E , is determined as:

$$\mu_E = \frac{G_c + 1}{2} \quad (5)$$

As $G_c = \mu - \lambda$, we can say that:

$$\mu_E = \frac{\mu - \lambda + 1}{2} \quad (6)$$

It is called as Certainty Interval (φ) the Certainty Degree interval that can be modified without changing the Uncertainty Degree value. This value is determined as:

$$\varphi = 1 - |G_{ct}| \quad (7)$$

3.2 Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell - CNAPpa

The Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPpa has one input (μ), one out-put (S1) and one parameter control in-put (Ftc). The Figure 4 shows the graphic representation of CNAPpa.

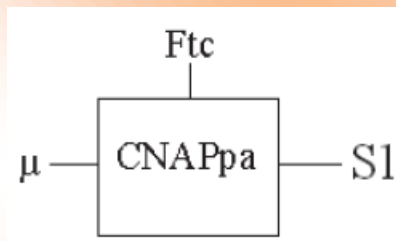


Fig. 4. Graphic representation of the Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell

- The in-put is the Favorable Evidence Degree (μ).
- μ , such as: $0 \leq \mu \leq 1$
- The value for the output S1 is the same as for the in-put μ . But, the out-put value may be limited through the parameter control in-put Ftc.

The CNAPpa calculates the maximum value of certainty - V_{cve} and the minimum value of certainty control - V_{cfa} by the equations (1) and (2). And it also determines the Resultant Evidence Degree - μ_E , by the equation (6). For this, λ is considered as the following:

$$\lambda = 1 - \mu \quad (8)$$

The output S1 assumes the same value as in the in-put μ when the following situation is true:

- $[(V_{cve} \leq \mu_E) \text{ or } (\mu_E \leq V_{cfa})]$
- Otherwise, S1 is 0,5.

4 Autonomous mobile robot Emmy I

The robot Emmy I was the first application of the Paraconsistent Evidential Logics in robotics [8], [9]. The Emmy I robot project finished in 1999 and its results have led to the construction of the Emmy II robot and to the Emmy III project itself.

The Emmy I has two ultra-sonic sensors: one determines the favorable evidence degree and the other determines the contrary evidence degree. The Emmy I controller, named as Paracontrol, allows the Emmy I to act conveniently in “special” situations, as when there is contradictory datum: one sensor may detect an obstacle in front of the robot (for example, a wall) while the other detects the presence of no obstacles (for example, it may be in direction to an opened door). In a situation like that Emmy may stop and turn 45° to the most free direction. Then, if in a new measurement, there is no inconsistency, the robot may take another decision, for example, to go ahead.

The Emmy I robot consists of a circular mobile platform of aluminum with a 30 cm diameter and being 60 cm tall. Its main device is the Paracontrol controller. While moving into a non-structured environment, the Emmy robot gets information about presence/absence of obstacles using a sonar system called Parasonic [17]. The Figure 5 shows the autonomous mobile robot Emmy.



Fig. 5. The autonomous mobile robot Emmy

The Paracontrol [18] is an electronic materialization of the Para-analyzer algorithm [9] [19]. Basically, it is an electronic circuitry which treats logic signals in a context of logic $\epsilon\tau$. Such circuitry compares the logic value entries and determines the logic values output. Favorable evidence and contrary evidence degrees are represented by voltage. Operational amplifiers determine the Certainty and the Uncertainty degrees. The Paracontrol comprises both, analogical and digital systems, and it can be externally adjusted by applying positive and negative voltages. As there are 12 logic states in the Para-analyzer algorithm, the Paracontrol can take 12 different decisions.

Parasonic is an electronic circuitry that the Emmy I robot uses to detect obstacles in its path. Parasonic converts distances from obstacles into electric signals of continuous voltage, ranging from 0 to 5 volts. Parasonic is basically composed of two ultrasonic sensors, type POLAROID 6500, controlled by an 8051 microcontroller. The microcontroller is programmed to carry out the synchronization between the measurements of the two sensors and the change of the distance into electric voltage.

Parasonic generates the favorable evidence degree value (μ) and the contrary evidence degree value (λ). They make a continuous voltage which ranges from 0 to 5 volts. Paracontrol receives these signals from Parasonic. The Figure 6 shows the basic structure of the Emmy robot.

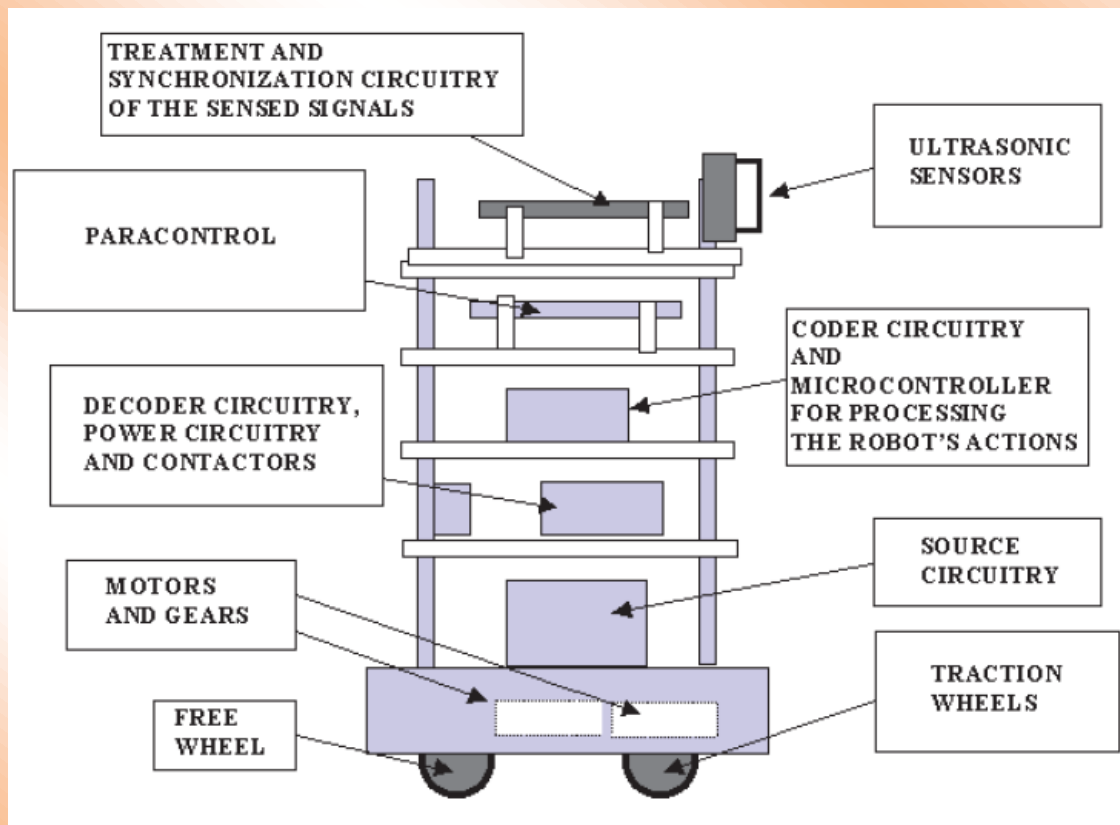


Fig. 6. Basic structure of Emmy robot

In the Figure 7 can be seen the main components of the Emmy robot.

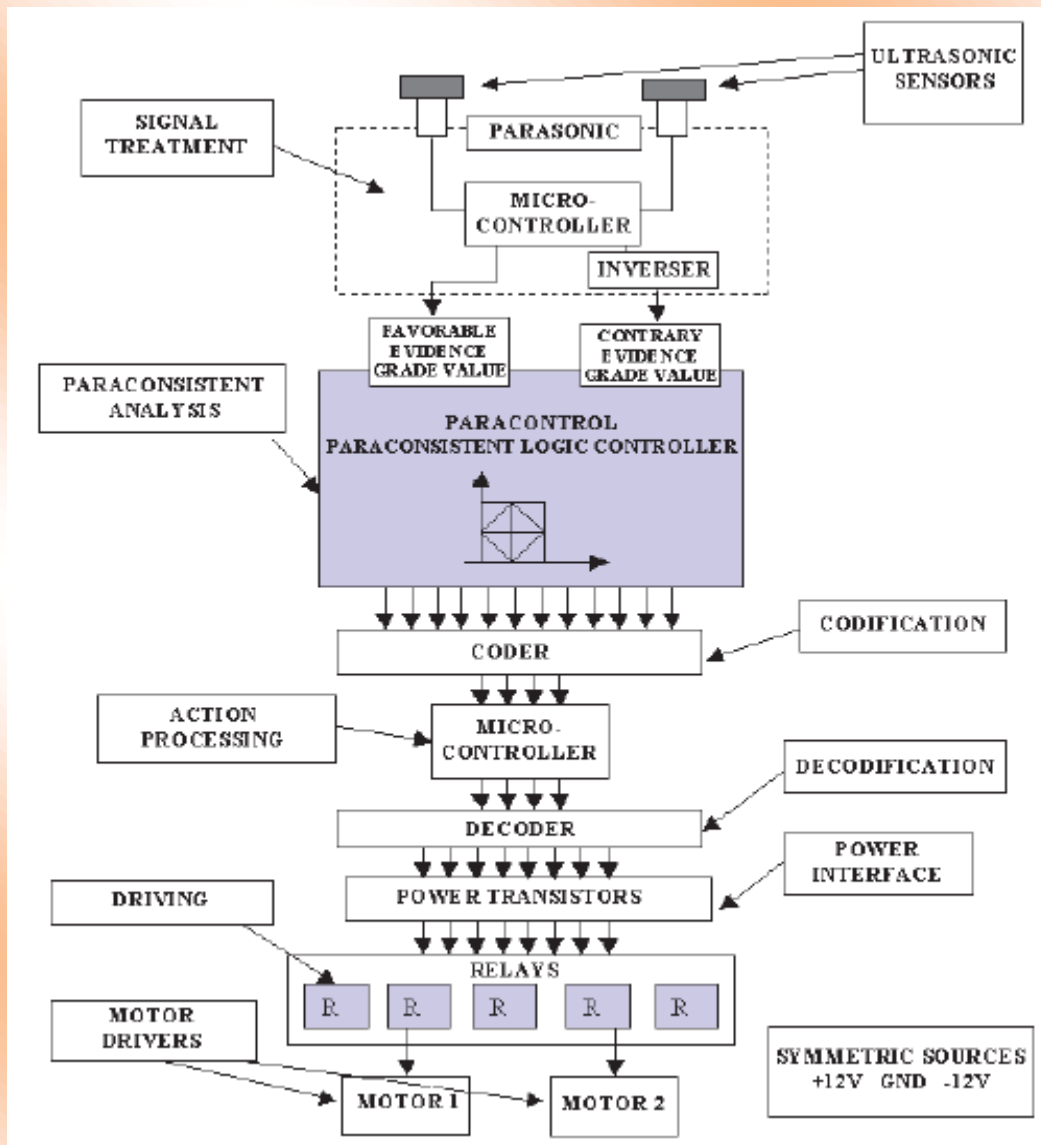


Fig. 7. Main components of the Emmy robot

The description of the Emmy robot components is the following.

- Ultrasonic sensors: two ultrasonic sensors are responsible for emitting ultrasonic waves and for detecting the return of them.

- Signal treatment: in Parasonic there is a microcontroller which sends to the sensors a signal that makes them emit ultrasonic waves. When the ultrasonic waves return, the sensors send the microcontroller a signal. The microcontroller measures the time lasted between the sending and the returning of the ultrasonic waves. So, the microcontroller is able to determine the distance between the sensors and the obstacles in front of them. Paraccontrol generates a continuous voltage ranging from 0 to 5 volt, it must be proportional to the distance between the sensor and the obstacle. This signal is considered the favorable evidence degree value on the proposition “The front of the robot is

free”. In the same way the Paracontrol generates a continuous voltage ranging from 5 to 0 volt, it must be related to the contrary evidence degree.

- Paraconsistent analysis: the Paracontrol makes the logical analysis of the signals according to the logic Et.

- Codification: the coding circuitry changes a 12-digit word to a code of 4 digits.

- Action processing: a microcontroller processes the 4 digit code generated by the coding circuitry, determining the sequence of relays which must be actuated for the robot to perform the right movement.

- Decodification: the decoding circuitry changes a 4-digit word into a code of 12 digits.

- Power interface: transistors amplify the signals of the 12-digit-word generated by the decoding circuitry. Then the signals can actuate on the relays.

- Driving: relays are responsible for actuating the DC motors M1 and M2.

- Motor driver: two DC motors are responsible for moving the robot.

- Sources: two batteries composing a ± 12 volt symmetric source feed the Emmy robot electric circuitries.

5 Autonomous mobile robot Emmy II

The Emmy II robot is an improvement of the Emmy I robot. It is an autonomous mobile robot which is able to avoid obstacles while it is moving in any environment.

The platform used to assemble the Emmy II robot is approximately 23cm high and has a diameter of 25cm. The Emmy II robot main components are a microcontroller from the 8051 family, two sonar ranging module (sensors) and two DC motors. The Figure 8 shows the Emmy II basic structure.

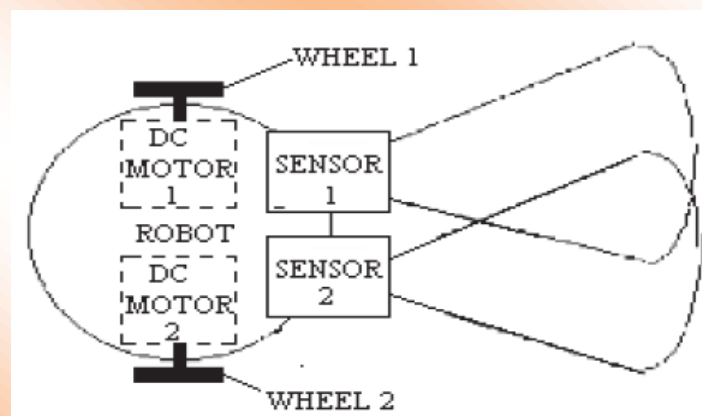


Fig. 8. The Emmy II basic structure

The Emmy II controller system uses six logic states instead of 12 logic states which are used in the Emmy I controller. Moreover, it may present some commands that do not exist in the Emmy I robot:

1. Velocity control: the Emmy II controller allows the robot to brake, turn and accelerate “in a smooth way”, what is not possible in the Emmy I robot.

2. The Emmy II controller allows the backward motion. In some situations the robot may move backward or turn around with a fixed wheel having the other spinning around backward. There are not these types of movements in the Emmy I robot.

It can be seen in the Figure 9 a simplified block representation of the Emmy II robot.

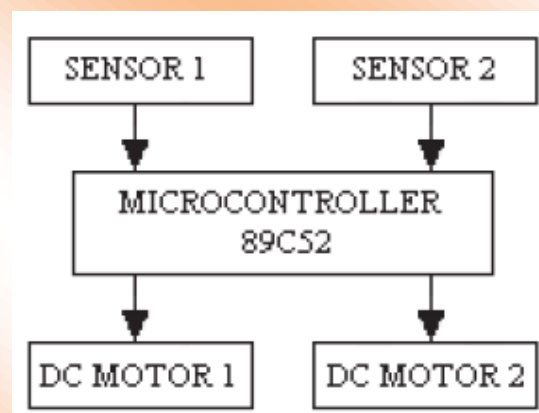


Fig. 9. Emmy II block representation

The Figure 10 shows a picture of the Emmy II robot.

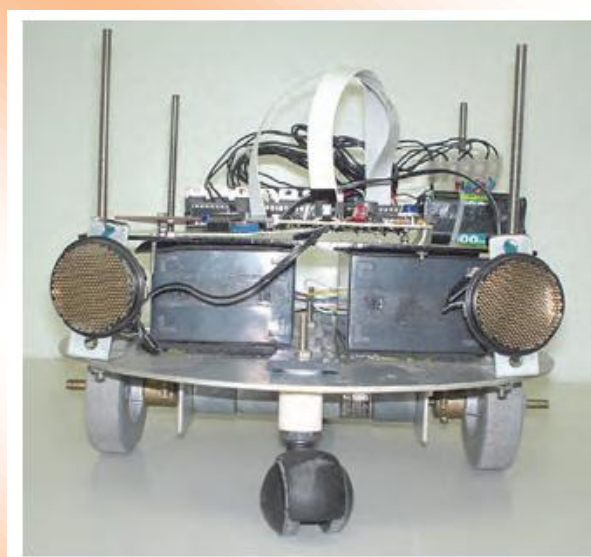


Fig. 10. The front part of the Emmy II robot

It is shown in the Figure 11 the lower part of the Emmy II robot.

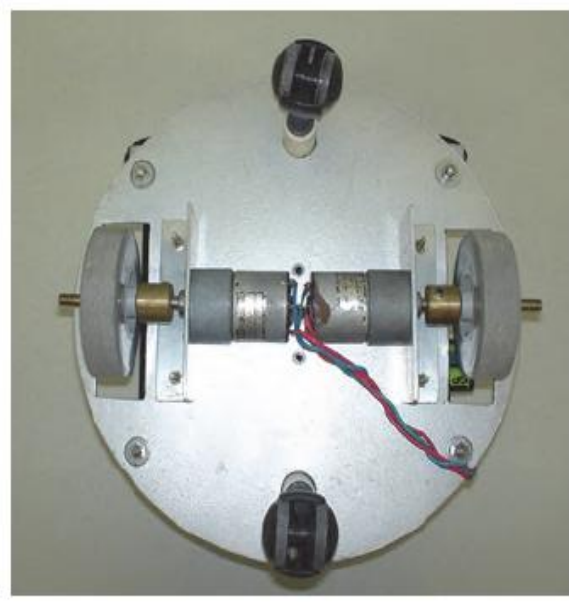


Fig. 11. The lower part of the Emmy II robot

The sonar ranging modules are responsible for verifying whether there is any obstacle in front of the robot or not. The signals generated by the sonar ranging modules are sent to the microcontroller. These signals are used to determine the favorable evidence degree (μ) and the contrary evidence degree (λ) on the proposition “There is no obstacle in front of the robot”. The favorable and contrary evidence degrees are used to determine the robot movements.

The Emmy II possible movements are the following:

- Robot goes ahead. DC motors 1 and 2 are supplied for spinning around forward.
- Robot goes back. DC motors 1 and 2 are supplied for spinning around backward.
- Robot turns right. Just DC motor 1 is supplied for spinning around forward.
- Robot turns left. Just DC motor 2 is supplied for spinning around forward.
- Robot turns right. Just DC motor 2 is supplied for spinning around backward.
- Robot turns left. Just DC motor 1 is supplied for spinning around backward.

The signal generated by the sensor 1 is considered the favorable evidence degree and the signal generated by the sensor 2 is considered the contrary evidence degree for the proposition “There is no obstacle in front of the robot”. When there is an obstacle near the sensor 1, the favorable evidence degree is low and when there is an obstacle far from the sensor 1, the favorable evidence degree is high. Otherwise, when there is an obstacle near the sensor 2, the contrary evidence degree is high and when there is an obstacle far from the sensor 2, the contrary evidence degree is low. The Emmy II

controller decision of which movement the robot should perform is based on the reticulated showed in the Figure 12.

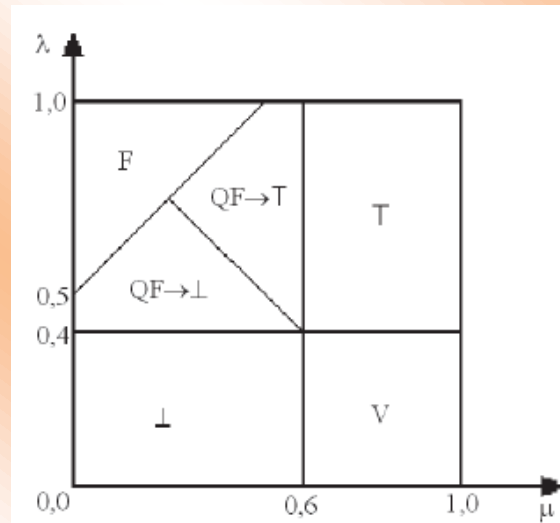


Fig. 12. Lattice of Emmy II controller

The decision for each logic state is the following:

- V state: Robot goes ahead.
- F state: Robot goes back.
- \perp state: Robot turns right.
- T state: Robot turns left.
- $QF \rightarrow \perp$ state: Robot turns right.
- $QF \rightarrow T$ state: Robot turns left.

The justification for each decision is the following:

When the logic state is true (V), it means that the front of the robot is free. So, the robot can go ahead.

In the inconsistency (T), μ and λ are high (i.e., belong to T region). It means that the sensor 1 is far from an obstacle and the sensor 2 is near an obstacle, so the left side is more free than the right side. Then, the behavior should be to turn left by supplying only the DC motor 2 for spinning around forward and keeping the DC motor 1 stopped.

When the Paracompleteness (\perp) is detected, μ and λ are low. It means that the sensor 1 is near an obstacle and the sensor 2 is far from an obstacle, so the right side is more free than the left side. Then, the behavior should be to turn right by supplying only the DC motor 1 for spinning around forward and keeping the DC motor 2 stopped.

In the false state (F) there are obstacles near the front of the robot. Therefore the robot should go back.

In the $QF \rightarrow T$ state, the front of the robot is obstructed but the obstacle is not so near as in the false state and the left side is a little bit more free than the right side. So, in this case, the robot should turn left by supplying only the DC motor 1 for spinning around backward and keeping the DC motor 2 stopped.

In the $QF \rightarrow \perp$ state, the front of the robot is obstructed but the obstacle is not so near as in the false state and the right side is a little bit freer than the left side. So, in this case, the robot should turn right by supplying only the DC motor 2 for spinning around backward and keeping the DC motor 1 stopped.

5.1 Tests

Aiming to verify Emmy II robot functionally, it has been performed 4 tests. Basically, counting how many collisions there were while the robot moved in an environment as showed in Figure 13 composed the tests.

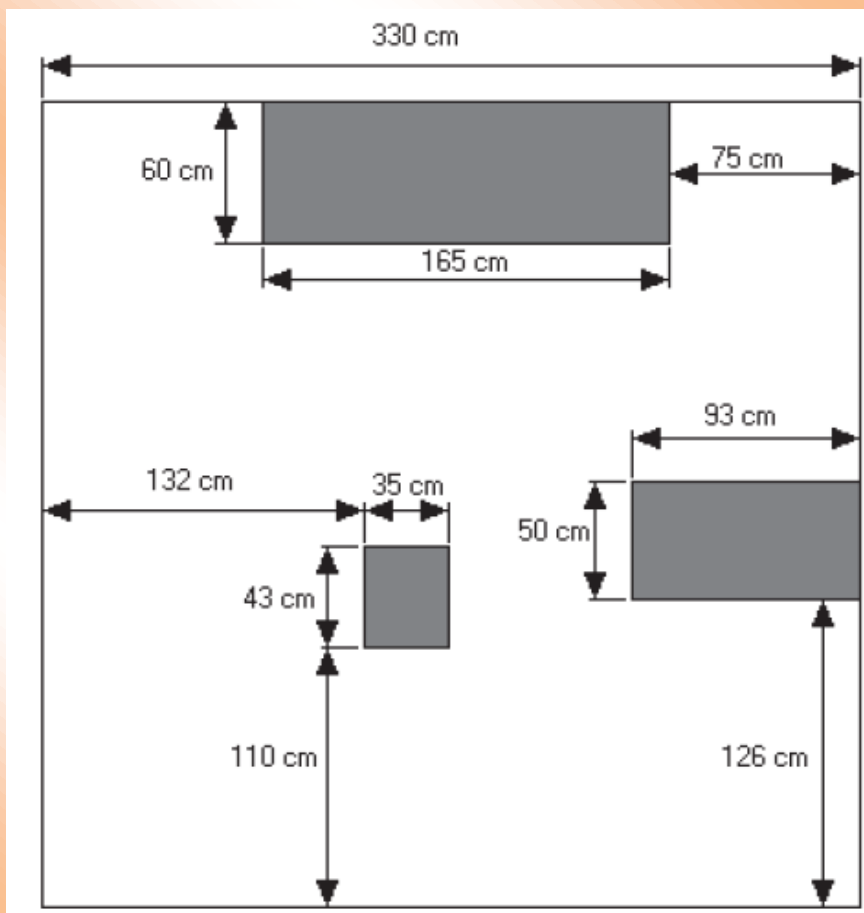


Fig. 13. Environment used to perform the Emmy II tests

The time duration and results for each test have been the following:

Test 1: Duration: 3 minutes and 50 seconds. Result: 13 collisions.

Test 2: Duration: 3 minutes and 10 seconds. Result: 7 collisions.

Test 3: Duration: 3 minutes and 30 seconds. Result: 10 collisions.

Test 4: Duration: 2 minutes and 45 seconds. Result: 10 collisions.

The sonar ranging modules used in the Emmy II robot can't detect obstacles closer than 7,5 cm. The sonar ranging modules transmit sonar pulses and wait for them to return (echo) so that it can determine the distance between the sonar ranging modules and the obstacles; however, sometimes the echo doesn't return, because it reflects to another direction. These are the main causes for the robot collisions:

Test 1: Collisions: 13.

Collisions caused by echo reflection: 4.

Collisions caused by too near obstacles: 9.

Test 2: Collisions: 7.

Collisions caused by echo reflection: 2.

Collisions caused by too near obstacles: 5.

Test 3: Collisions: 10.

Collisions caused by echo reflection: 5.

Collisions caused by too near obstacles: 5.

Test 4: Collisions: 10.

Collisions caused by echo reflection: 4.

Collisions caused by too near obstacles: 6.

There is another robot collision possibility when the robot is going back. As there is no sonar ranging module behind the robot, it may collide.

6 Autonomous mobile robot Emmy III

The aim of the Emmy III autonomous mobile robot is to move from an origin to an end, both predetermined in a non-structured environment. The Emmy III controller considers the environment around the robot divided into cells [15] and a planning subsystem gives the sequence of cells the robot must follow to reach the end cell. These ideas have been applied in [20], [21]. The robot must avoid cells that are supposed to be occupied. A sensing subsystem detects the cells which are occupied. The sensing subsystem uses Paraconsistent Annotated Logic to handle information

captured by the sensors. The Emmy III structure is composed of a sensing subsystem, a planning subsystem and a mechanical subsystem as described in the follow.

Sensing subsystem - The environment around the robot is considered as a set of cells. The sensing subsystem has to determine the cells which have obstacles in. But the information captured by the sensors always has an inherent imprecision, which leads to an uncertainty regarding to the actual situation of the cells. In order to manipulate the inconsistent information, the sensing subsystem is based on Paraconsistent Annotated Evidential Logic $E\tau$, which captures the information generated by the sensors using the favorable and contrary evidence degrees.

Planning subsystem - The planning subsystem determines a path linking an initial point to an end point in a non-structured environment. For this, the environment around the robot is divided into cells and the planning subsystem gives the sequence of cells that the robot must follow to reach the end cell successfully.

Mechanical subsystem - The Emmy III mechanical part must perform the schedule determined by the planning subsystem. For this, the mechanical subsystem must know the cell occupied by the robot, therefore, a monitoring position makes part of this construction. For each cell that the robot reaches, the possible error of position should be considered.

6.1 Sensing subsystem

The objective of the sensing subsystem is to inform the other robot components about the obstacle position. The proposed sensing subsystem has as its main part Paraconsistent Neural Network [13], [14]. This artificial neural network is based on the Paraconsistent Evidential Logics – $E\tau$.

The sensing subsystem is a set of electronic components and softwares which are responsible for analyzing the environment around the robot and detecting the obstacle positions. After that, it must inform the other components of the robot the position of the obstacles.

The sensing subsystem may get information from any type of sensor.

In [15] it is presented a method of robot perception and the world's modeling which uses a probabilistic tessellated representation of spatial information called the Occupancy Grid. It is proposed in the chapter a similar method, but instead of using probabilistic representation, it is used Paraconsistent Annotated Evidential Logic $E\tau$.

The proposed sensing subsystem aims to generate a Favorable Evidence Degree for each environment position. The Favorable Evidence Degree is related to the sentence: there is an obstacle in the analyzed position.

The sensing subsystem is divided into two parts. The first part is responsible for receiving the data from the sensors and sending information to the second part of the system. The second part is Paraconsistent Artificial Neural Network itself. Figure 14 shows this idea.

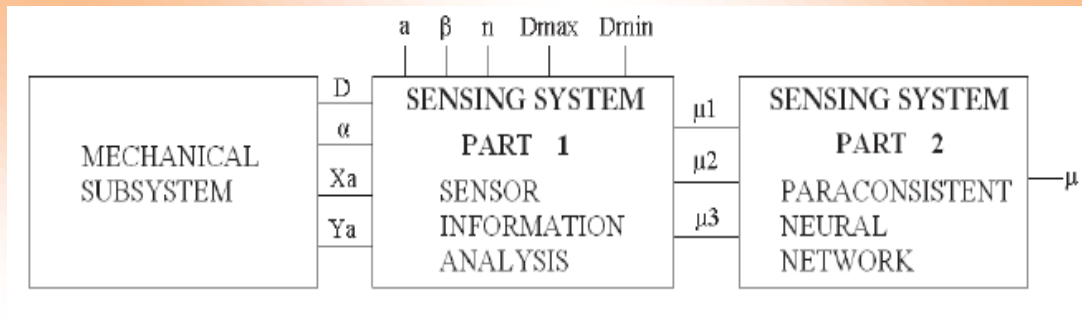


Fig. 14. Representation of the sensing system

The proposed sensing subsystem is prepared to receive data from ultrasonic sensors. The robot sensors are on the mechanical subsystem. So, this subsystem must treat the data generated by the sensors and send information to the first part of the sensing subsystem. The data the mechanical subsystem must send to the first part of the sensing subsystem are: D , α , X_a and Y_a .

a. The distance between the sensor and the obstacle (D).

b. The angle between the horizontal axis of the environment and the direction to the front of the sensor (α). Figure 15 shows the angle α .

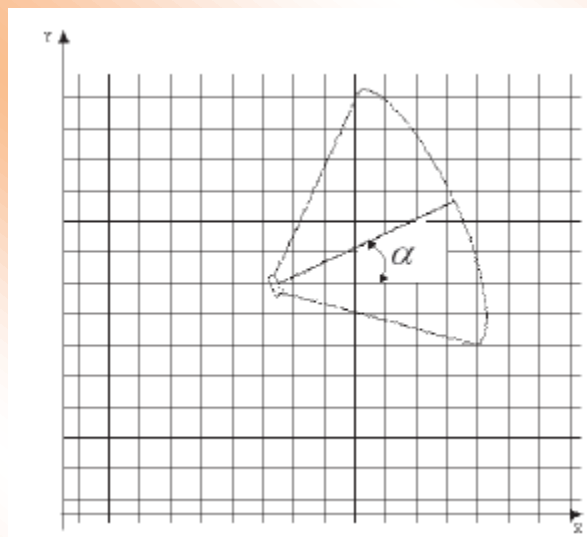


Fig. 15. Angle α

c. The coordinate occupied by the robot (X_a , Y_a).

In the first part of the sensing subsystem there are also some configuration parameters, which are:

- a. The distance between the environment coordinates (a); it is indicated in the Figure 16.

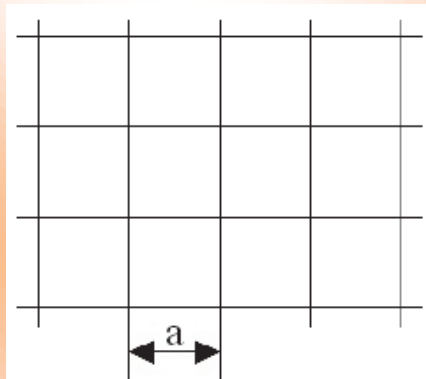


Fig. 16. Distance between coordinates

- b. The angle of the ultrasonic sensor conical field of view (β). Figure 17 shows this.

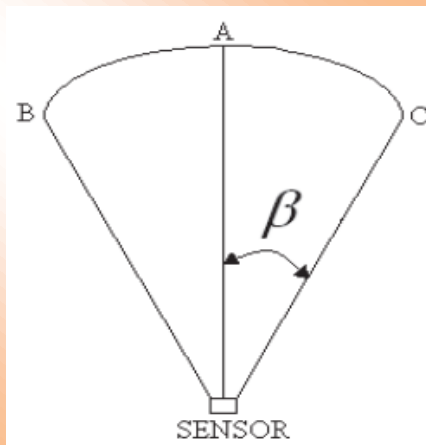


Fig. 17. Ultrasonic sensor conical field of view (β)

- c. The number of positions on the arc BC, shown in the figure 17, considered by the system (n).

- d. The maximum distance measured by the sensor; the system considers it (D_{max}).

- e. The minimum distance measured by the sensor; the system considers it (D_{min}).

The first part of the sensing system generates three Favorable Evidence Degree, μ_1 , μ_2 and μ_3 .

The Favorable Evidence Degree μ_1 is related to the distance between the sensor and the obstacle. The nearer the obstacle is from the sensor, the bigger μ_1 value is.

The Favorable Evidence Degree μ_2 is related to the coordinate position on the arc BC shown in the Figure 17. As the analyzed coordinate is near from the point A, the μ_2 value must be the biggest.

And as the analyzed coordinate is near from the points B or C, the μ_2 value must be the smallest. The inspiration for this idea comes from [16] which says that the probability for the obstacle be near from the point A is high. And this probability decreases as we analyze the region near from the points B and C.

Eventually, the Favorable Evidence Degree μ_3 is the previous value of the coordinate Favorable Evidence Degree.

6.1.1 Paraconsistent artificial neural network architecture

In the Figure 18, it is shown Paraconsistent Artificial Neural Network - PANN architecture for the sensing subsystem.

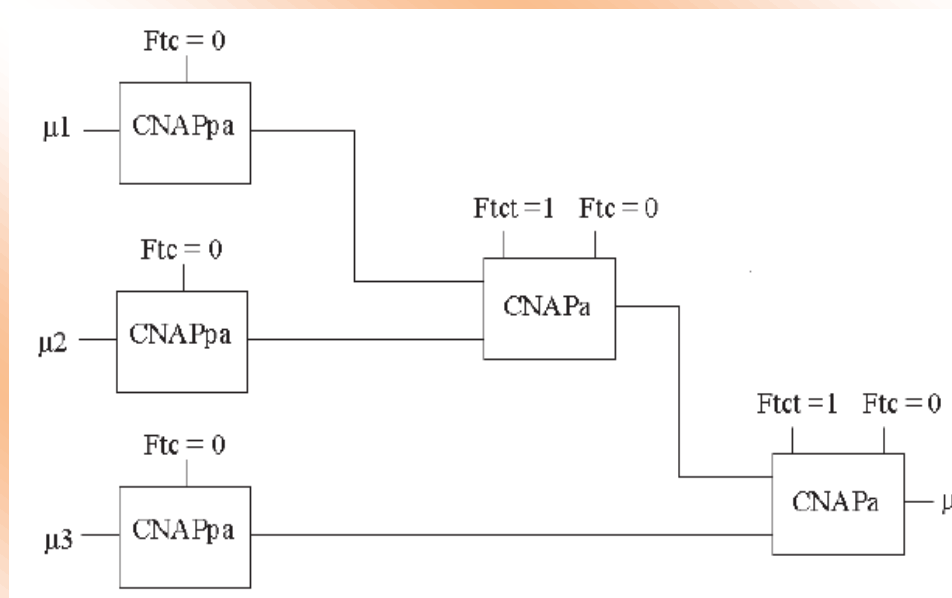


Fig. 18. Chosen Paraconsistent Neural Network Architecture for sensing system.

The PANN output μ is Favorable Evidence Degree for the analyzed position. There is a database which has recorded the μ for each analyzed position. The robot considers each position as a cell.

6.2 Results of the sensing subsystem

The sensing subsystem has been tested by simulating its inputs and analyzing the database generated. The database stores Favorable Evidence Degree in each environment position analyzed. It is shown

here the result of three tests. The information from one ultrasonic sensor was considered as the Sensing System inputs.

6.2.1 First test

The configuration parameters of this test have been the following. The distance between the environment coordinates (a): 10. The angle of the ultrasonic sensor conical field of view (β): 30. The number of positions on the arc of the sensor conical field of view considered by the system (n): 10. The maximum distance measured by the sensor; the system considers it (D_{max}): 800. The minimum distance measured by the sensor; the system considers it (D_{min}): 8.

The mechanical subsystem treats the data from the sensors and generates the sensing subsystem inputs. It has been needed to simulate the sensing subsystem inputs because the mechanical subsystem has not been implemented yet.

Thus, the simulated sensing subsystem data have been the ones described in the follow. The distance between the sensor and the obstacle (D): 200. The angle between the horizontal axis of the environment and the direction to the front of the sensor (α): 30. The coordinate where the robot is (X_a, Y_a): (0, 0).

It has been simulated the first measuring of the sensor, then, μ_3 has been initially 0.

It is shown in the Figure 19 the representation of the coordinates in which sensing system considered to have obstacles in. Summarizing, the figure 10 is a graphical representation of the database generated by sensing subsystem.

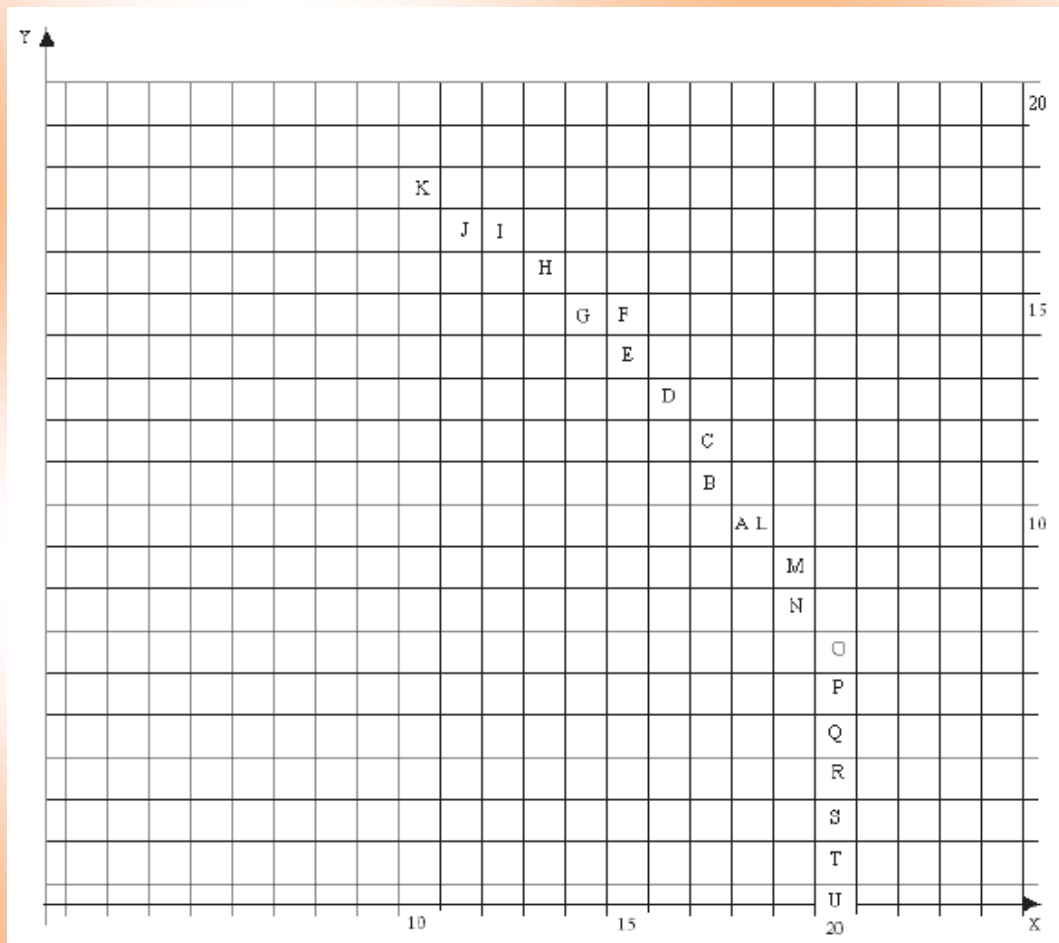


Fig. 19. The graphical representation of the database generated by the first test of sensing subsystem

Coordinate	μ
A (18,10)	0.438
B (17,11)	0.413
C (17,12)	0.388
D (16,13)	0.363
E (15,14)	0.338
F (15,15)	0.313
G (14,15)	0.288
H (13,16)	0.263
I (12,17)	0.238
J (11,17)	0.213
K (10,18)	0.188
L (18,10)	0.413
M (19,9)	0.388
N (19,8)	0.363
O (20,7)	0.338
P (20,6)	0.313
Q (20,5)	0.288
R (20,4)	0.263
S (20,3)	0.238
T (20,2)	0.213
U (20,0)	0.188

Table 1. Results of the first test.

The analyzed coordinates and their Favorable Evidence Degree are shown in the Table 1.

6.2.2 Second test

The configuration parameters of this test have been the same as the ones from the first test.

The simulated sensing subsystem data have been the ones described in the follow. The distance between the sensor and the obstacle (D): 400. The angle between the horizontal axis of the environment and the direction to the front of the sensor (α): 45. The coordinate where the robot is (X_a, Y_a): (0, 0).

It has been simulated the first measuring of the sensor, then, μ_3 was initially 0.

It is shown in the Figure 20 the graphical representation of the database generated by the sensing subsystem.

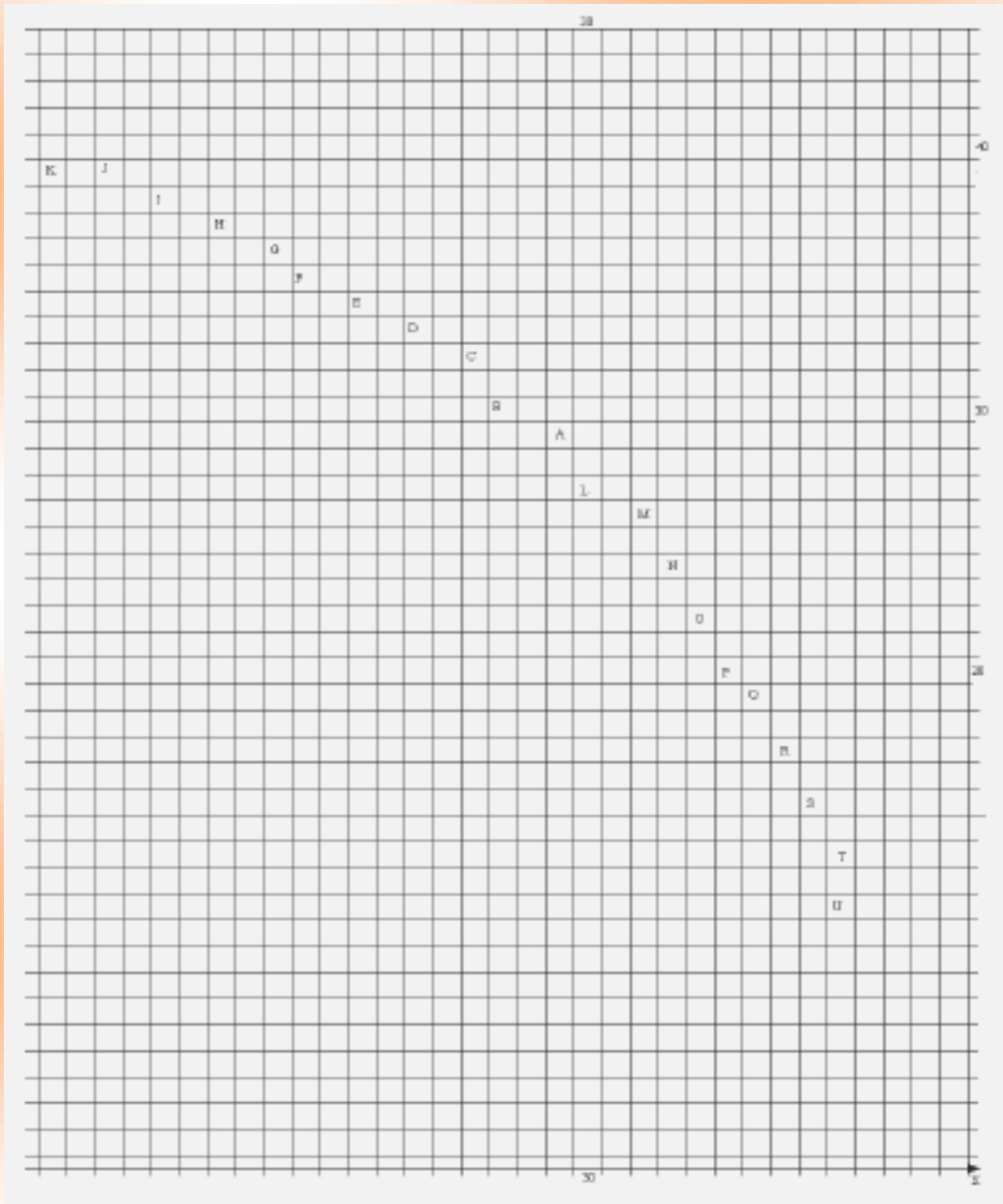


Fig. 20. The graphical representation of the database generated by the second test of the sensing subsystem

The analyzed coordinates and their Favorable Evidence Degree are shown in the Table 2.

Coordinate	μ
A (29,29)	0.375
B (27,30)	0.35
C (26,32)	0.325
D (24,33)	0.3
E (22,34)	0.275
F (20,35)	0.25
G (19,36)	0.225
H (17,37)	0.2
I (15,38)	0.175
J (13,39)	0.15
K (11,39)	0.125
L (30,27)	0.35
M (32,26)	0.325
N (33,24)	0.3
O (34,22)	0.275
P (35,20)	0.25
Q (36,19)	0.225
R (37,17)	0.2
S (38,15)	0.175
T (39,13)	0.15
U (39,11)	0.125

Table 2. Results of the second test.

6.2.3 Third test

The configuration parameters and the sensing subsystem data have been the same ones of the second test; then the analyzed coordinates have been the same as the second test. The third test has been done just after the second, therefore, their Favorable Evidence Degree have been different from the one in the second test because μ_3 has been the Favorable Evidence Degree generated by the second test.

The analyzed coordinates and their Favorable Evidence Degree are shown in the Table 3.

If it is considered the sequence of positions from K to U as an arc in the three tests; it is perceived that the Favorable Evidence Degree (μ) decreases as the coordinate is farther from the center of the arc. It means that the system is working as desired.

6.3 Planning subsystem

The planning subsystem is responsible for generating the sequence of movements the robot must perform to achieve a set point. The sensing subsystem has the objective of informing the planning subsystem about the position of obstacles; and the mechanical subsystem is the robot itself, it means, the mobile mechanical platform which carries all devices away from the other subsystems. This platform must also perform the sequence of movements which are borne by the planning subsystem.

Coordinate	μ
A (29,29)	0.565
B (27,30)	0.525
C (26,32)	0.49
D (24,33)	0.45
E (22,34)	0.415
F (20,35)	0.375
G (19,36)	0.34
H (17,37)	0.3
I (15,38)	0.265
J (13,39)	0.225
K (11,39)	0.19
L (30,27)	0.525
M (32,26)	0.49
N (33,24)	0.45
O (34,22)	0.415
P (35,20)	0.375
Q (36,19)	0.34
R (37,17)	0.3
S (38,15)	0.265
T (39,13)	0.225
U (39,11)	0.19

Table 3. Results of the third test.

6.4 Mechanical subsystem

The Emmy III mechanical part must perform the schedule which is determined by the planning system. The mechanical subsystem must know the position where it is, therefore, a monitoring position makes part of this construction. In the process, for each cell that the robot reaches, any possible error of position should be considered. Some Emmy III prototypes are described here.

6.4.1 First prototype of the autonomous mobile robot Emmy III

The first prototype is composed of a planning subsystem and a mechanical construction. The planning system considers all cells free.

The planning subsystem asks for the initial point and the aimed point. After that, a sequence of movements is given on a screen. Also a sequence of pulses is sent to the step Motors which are responsible for moving the physical platform of the robot. So, the robot moves from the initial point to the aimed point.

The Figure 21 shows the planning system screen.

The physical construction of the first prototype of the Emmy III robot is basically composed of a circular platform of approximately 286 mm of diameter and two-step motors. The Figure 22 shows the Emmy III first prototype. The planning subsystem is recorded in a notebook. And the communication between the notebook and the physical construction is made through the parallel port. A potency driver is responsible for getting the pulses from the notebook and sending them to the step motors which are responsible for moving the robot.

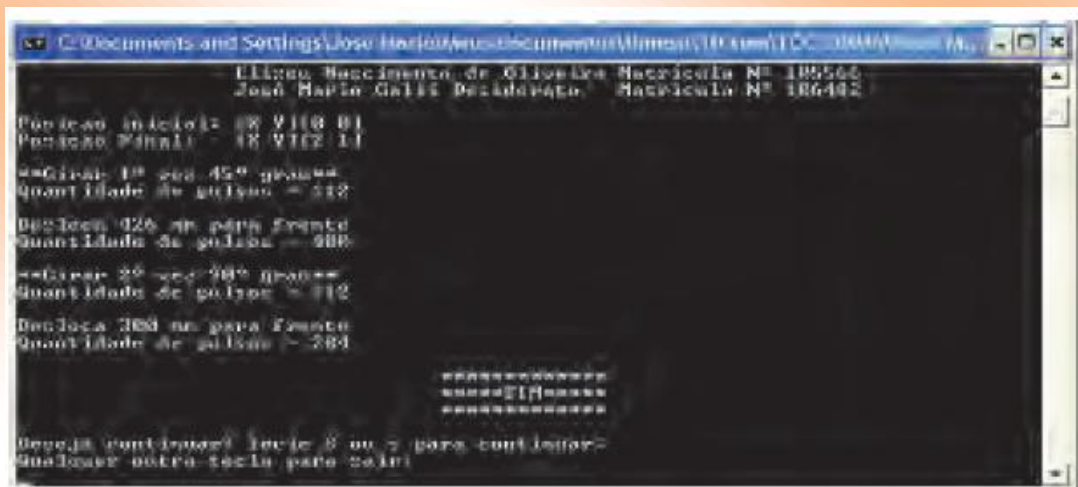


Fig. 21. Planning subsystem screen.



Fig. 22. The first prototype of the Emmy III robot.

6.4.2 Second prototype of the autonomous mobile robot Emmy III

Similarly to the first prototype, the second prototype of the autonomous mobile robot Emmy III is basically composed of a planning subsystem and a mechanical structure. The planning subsystem can be recorded in any personal computer and the communication between the personal computer and the mechanical construction is done through a USB port. The planning system considers the environment around the robot divided into cells. So, it is necessary to inform the planning system about the cell the robot is in, and the aimed cell too. The answer of the planning system is a sequence of cells which the robot must follow to go from the origin cell to the aimed cell.

The planning system considers all cells free. The Figure 23 shows the screen of the planning system.

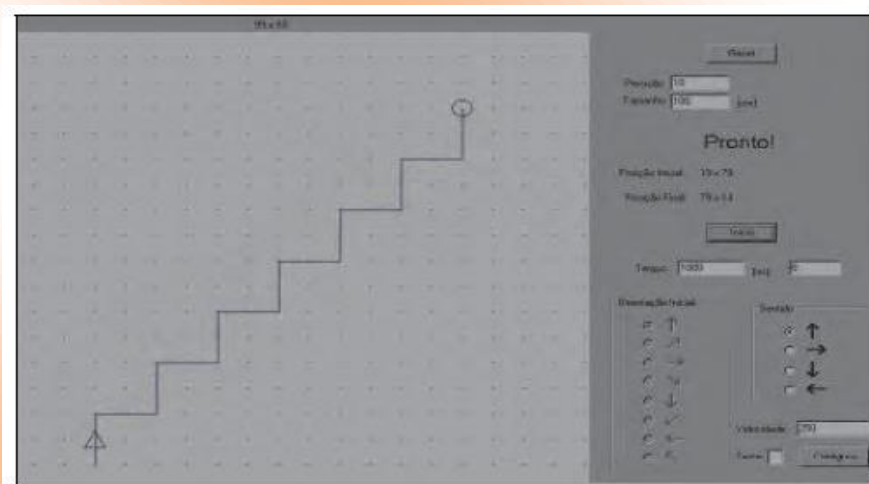


Fig. 23. The output of the planning system - Emmy III

Figure 24 shows the mechanical structure of Emmy III second prototype.



Fig. 24. The mechanical structure of the Emmy III second prototype

The planning system considers all cells free. The mechanical construction is basically composed of a steel structure, two DC motors and three wheels. Each motor has a wheel fixed in its axis and there is a free wheel. There is an electronic circuitry on the steel structure. The main device of the electronic circuitry is the microcontroller PIC18F4550 that is responsible for receiving the schedule from the planning system and activates the DC motors. Also there is a potency driver between the microcontroller and the DC motors.

7. Conclusions

In this work, it is discussed several autonomous mobile robots dubbed Emmy. They are based on a new kind of logic, namely the Paraconsistent Annotated Evidential Logic $E\tau$. A logical controller – Paracontrol served as basis for control system and in the 3rd prototype it was incorporated the use of Artificial Neural Network, also based on Logic $E\tau$.

This work presents a proposal of an autonomous mobile robot composed of three modules: sensing subsystem, planning subsystem and mechanical subsystem. The mechanical subsystem has not been implemented yet.

The aim of the sensing subsystem is to inform the planning subsystem the positions in which may have obstacles in. It considers the environment divided into coordinates.

The sensing subsystem is based on the Paraconsistent Artificial Neural Network - PANN. The sensing subsystem neural network is composed of two types of cells: Analytic Paraconsistent Artificial Neural Cell – CNAPa and Passage Paraconsistent Artificial Neural Cell - CNAPpa.

The output of the sensing subsystem is the Favorable Evidence Degree related to the sentence: there is obstacle in the position. In fact, the sensing subsystem generates a database with the Favorable Evidence Degree for each analyzed coordinate.

Some tests were made with the sensing subsystem. The reached results were satisfactory.

The next step is the implementation of the mechanical subsystem and the connection of the three subsystems.

8. References

- [1] Torres, Cláudio Rodrigo; Abe, Jair Minoro; Lambert-Torres, Germano; Da Silva Filho, João Inácio & Martins, Helga Gonzaga., J. I. da Silva Filho, H. G. Martins . A sensing system for an autonomous mobile robot based on the paraconsistent artificial neural network. *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, v. 6278, p. 154-163.
- [2] Torres, Cláudio Rodrigo “Sistema inteligente baseado na lógica paraconsistente anotada Et para controle e navegação de robôs móveis autônomos em um ambiente não estruturado”, in Portuguese, Ph. D. Thesis, Federal University of Itajubá, Itajubá, MG, Brazil, 2010.
- [3] Torres, Cláudio Rodrigo; ABE, J. M.; Torres, Germano Lambert; Silva Filho, João Inácio da; Martins, Helga Gonzaga. Autonomous Mobile Robot Emmy III. In: Nakamatsu, K.; Phillips-Wren, G.; Jain, L.C.; Howlett, R.J.. (Org.). *New Advances in Intelligent Decision Technologies*. 1 ed. Helderberg: Springer-Verlag, 2009, v. 199, p. 317-327.
- [4] Abe, Jair Minoro; Lambert-Torres, Germano; Da Silva Filho, João Inácio; Torres, Cláudio Rodrigo; Martins, Helga Gonzaga. Paraconsistent Autonomous Mobile Robot Emmy III, 6th Congress of Logic Applied to Technology – LAPTEC’2007. Santos, Proceedings of the VI Congress of Logic Applied to Technology. São Paulo – Brazil, 2007.
- [5] Abe, Jair Minoro; Torres, Cláudio Rodrigo; Lambert-Torres, Germano; Nakamatsu, K.; Kondo, M. Intelligent Paraconsistent Logic Controller and Autonomous Mobile Robot Emmy II. *Lecture Notes in Computer Science*, v. 4252, p. 851-857, 2006.
- [6] Abe, Jair Minoro; Torres, Cláudio Rodrigo; Lambert-Torres, Germano; Nakamatsu, K.; Kondo, M. Intelligent Paraconsistent Logic Controller and Autonomous Mobile Robot Emmy II. In: 10th International Conference on Knowledge-Based, Intelligent Information & Engineering Systems, KES2006, 2006, Bournemouth. Proceedings of the 10th International Conference on Knowledge-Based, Intelligent Information & Engineering Systems. Bournemouth - UK: KES Pub., 2006.
- [7] Torres, Cláudio Rodrigo; Lambert-Torres, Germano; Silva, Luiz Eduardo Borges da; Abe, Jair Minoro. Intelligent System of Paraconsistent Logic to Control Autonomous Moving Robots. In:

32nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON'06, 2006, Paris. Proceedings of the 32nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. Paris: IEEE Press, 2006.

[8] Da Silva Filho, João Inácio & Abe, Jair Minoro. Emmy: A Paraconsistent Autonomous Mobile Robot. In: *Laptec' 2001 The 2 Congress of Logic Applied to Technology*, 2001, São Paulo - Brazil. Logic, Artificial Intelligence and Robotics. Amsterdam: IOS - Press - Holanda, 2001. v. 1. p. 53-61.

[9] Da Silva Filho, João Inácio. “Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de Anotação com Dois Valores LPA2v com Construção de Algoritmo e Implementação de Circuitos Eletrônicos”, in Portuguese, Ph. D. Thesis, University of São Paulo, São Paulo, 1999.

[10] Abe, Jair Minoro. Some Aspects of Paraconsistent Systems and Applications. *Logique et Analyse*, v. 157, p. 83-96, 1997.

[11] Abe, Jair Minoro. A logical system for reasoning with inconsistency. In: 5a Reunião Anual da SBPN'97, 1997, Águas de Lindoia. Anais da 5a Reunião Anual da SBPN'97 Ciência e Cultura na Globalização - Novos Paradigmas. Águas de Lindoia: SBPN, 1997. p. 196-201.

[12] Abe, Jair Minoro, “Fundamentos da lógica anotada” (Foundations of Annotated Logics), in Portuguese, Ph. D. Thesis, University of São Paulo, São Paulo, 1992.

[13] Da Silva Filho, João Inácio; Lambert-Torres, Germano & Abe, Jair Minoro. Uncertainty Treatment Using Paraconsistent Logic - Introducing Paraconsistent Artificial Neural Networks. 211. ed. Amsterdam: IOS Press, 2010. 328 pp.

[14] Da Silva Filho, João Inácio; Abe, Jair Minoro & Lambert-Torres, Germano. “Inteligência artificial com redes de análises paraconsistentes: teoria e aplicação”, in Portuguese. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

[15] Elfes, A. Using occupancy grids for mobile robot perception and navigation, *Comp. Mag.*, vol. 22, No. 6, pp. 46-57, June 1989.

[16] Borenstein, J. & Koren, Y. The vector field histogram: fast obstacle avoidance for mobile robots. *IEEE Journal of Robotics and Automation*. v. 7, p. 278-288, jun. de 1991.

[17] Abe, Jair Minoro & Da Silva Filho, João Inácio. Manipulating Conflicts and Uncertainties in Robotics, *Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, V.9, ISSN 1542-3980, 147-169, 2003.

[18] Da Silva Filho, João Inácio & Abe, Jair Minoro. Para-Control: An Analyser Circuit Based On Algorithm For Treatment of Inconsistencies, Proc. of the World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, ISAS, SCI 2001, Vol. XVI, Cybernetics and Informatics: Concepts and Applications (Part I), ISBN 9800775560, 199-203, Orlando, Florida, USA, 2001.

[19] Da Silva Filho, João Inácio & Abe, Jair Minoro. Paraconsistent analyzer module, *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, vol. 9, ISSN 1373-5411, ISBN 2-9600262-1-7, 346-352, 2001.

[20] Desiderato, J. M. G. & De Oliveira, E. N. Primeiro Protótipo do Robô Móvel Autônomo Emmy III, in Portuguese, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo - SP, Brazil, 2006.

[21] Maran, L. H. C.; Riba, P. A.; Collett, R. G. & De Souza, R. R. Mapeamento de um Ambiente Não-Estruturado para Orientação de um Robô Móvel Autônomo Utilizando Redes Neurais Paraconsistentes, in Portuguese, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo - SP, Brazil, 2006.

Meio de Publicação: Capítulo de Livro

Título do Texto: *Autonomous Mobile Robot Emmy III*

Autores: C. R. Torres; J. M. Abe; G. L. Torres; J. I. da Silva Filho

Título do Meio de Publicação: *Mobile Robots - Current Trends*

Local da Publicação: Rijeka – Croatia

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: InTech - Open Access Publisher

Edição: 1

Página inicial e página final: 3-26

ISBN: 9789533077161

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA

EVIDENCIAL $E\tau$

Jair Minoro Abe

João Inácio da Silva Filho

Uanderson Celestino

Hélio Corrêa de Araújo

Prefácio

As presentes notas objetivam introduzir o leitor à Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, caso particular das lógicas anotadas, pertencentes ao rol das lógicas paraconsistentes e paracompletas, e que ultimamente vem apresentando interessantes aplicações nos mais diversos setores do conhecimento humano.

Hodiernamente a lógica paraconsistente tornou-se tema de discussão comum, em Sistemas de Informação, Informática, Engenharia, Psicanálise, Biomedicina, Ciência da Computação, Física, Matemática, etc., situação impensável há décadas atrás. Aliás, quando o primeiro autor foi estudante na época da graduação, era comum ouvir-se nos corredores escuros dos efêmeros ‘sábios’, frases ou chavões do tipo, “os sistemas paraconsistentes podem ser até ‘interessantes’, mas não há valor intrínseco algum, pois não há aplicações relevantes...”

A apresentação possui caráter elementar, destinando-se aos estudantes dos diversos cursos de graduação e de pós-graduação, e, também, ao leitor interessado. Para aliviar a parte teórica inserimos uma aplicação ilustrativa (dentre muitas) onde os segundo e terceiro autores tiveram participação especial. Assim os autores tiveram a seguinte participação: Jair Minoro Abe (Organizador, autor do Capítulo 2 e Coautor dos Capítulos 2, 3 e 4), João Inácio da Silva Filho (Coautor - Capítulos 2, 3 e 4), Uanderson Celestino (Coautor - Capítulos 3 e 4), Hélio Corrêa de Araújo (Coautor - Capítulos 3 e 4).

Motivou-nos a escrever esta monografia, primeiro, pela inexistência de um texto introdutório e sistemático sobre o assunto; segundo, em decorrência disso, amigos e estudantes insistiram que o fizesse para servir de referência imediata para seus estudos. Sem esses estímulos, este texto estaria fatalmente sepultado para todo o sempre no império das possibilidades. Também, gostaríamos de

ressaltar que o presente tomo se trata tão somente de uma primeira versão, a qual pretendemos aprimorá-la no futuro. Para tanto, esperamos sugestões e críticas construtivas por parte dos leitores.

Agradecimentos especiais à Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UNIP – Universidade Paulista pelo apoio na publicação deste tomo.

Os autores desejam dedicar este trabalho, ainda que singelo, ao Prof. Newton Costa, um cientista brasileiro que lutou incansavelmente no estabelecimento do tema, tendo sido mesmo introdutor dos primeiros sistemas importantes na literatura, as lógicas C_n de Da Costa.

Jair Minoro Abe
João Inácio da Silva Filho
Uanderson Celestino
Hélio Corrêa de Araújo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - PREÂMBULO À LÓGICA PARACONSISTENTE

1.1 INTRODUÇÃO

1.2 ASPECTOS DA CIÊNCIA LÓGICA

1.3 LÓGICA CLÁSSICA E LÓGICAS NÃO CLÁSSICAS

1.4 A LÓGICA DEDUTIVA

1.5 A LÓGICA INDUTIVA

1.6 A CIÊNCIA PURA E A CIÊNCIA EMPÍRICA

1.7 A QUESTÃO DA IMPRECISÃO

1.8 A QUESTÃO DA INCONSISTÊNCIA

1.9 A QUESTÃO DA ONISCIÊNCIA LÓGICA

1.10 ASPECTOS HISTÓRICOS DA LÓGICA PARACONSISTENTE

1.11 TEORIAS INCONSISTENTES E TEORIAS TRIVIAIS

1.12 MOTIVAÇÕES PARA O ESTUDO DA LÓGICA PARACONSISTENTE

1.13 CONCEITUAÇÃO DE LÓGICA PARACONSISTENTE, PARACOMPLETA E NÃO ALÉTICA

1.14 A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS PARACONSISTENTES HODIERNAMENTE EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, AUTOMAÇÃO E ROBÓTICA

CAPÍTULO 2 – LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$

2.1 ESCORÇO HISTÓRICO

2.2 A QUESTÃO DA LINGUAGEM

2.3 A LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$

2.4 O CONECTIVO DA NEGAÇÃO

2.5 O CONECTIVO DA CONJUNÇÃO, DISJUNÇÃO E IMPLICAÇÃO

2.6 O RETICULADO τ

2.7 GRAUS DE CERTEZA E DE INCERTEZA

2.8 ESTADOS DE DECISÃO: EXTREMOS E NÃO EXTREMOS

2.9 OPERAÇÕES NO RETICULADO τ

2.9.1 OPERAÇÃO NOT

2.9.2 OPERAÇÃO DE MAXIMIZAÇÃO

2.9.3 OPERAÇÃO DE MINIMIZAÇÃO

2.10 SEMÂNTICA

2.11 SISTEMA AXIOMÁTICO

2.12 A LÓGICA PROPOSICIONAL $E\tau$

2.13 A LINGUAGEM DA LÓGICA PRIMEIRA ORDEM PARACONSISTENTE ANOTADA $E\tau$

2.14 ALGUNS METATEOREMAS

CAPÍTULO 3 – APLICAÇÕES

3.1 INTRODUÇÃO

3.2 O CONTROLADOR LÓGICO PARACONTROL

3.3 DISPOSITIVOS PARA AUXÍLIO NA LOCOMOÇÃO DE CEGOS

3.4 O DISPOSITIVO ELETRÔNICO KELLER

3.5 TESTES REALIZADOS

CAPÍTULO 4 – NOVOS HORIZONTES PARA APLICAÇÕES DA LÓGICA $E\tau$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Meio de Publicação: Livro

Título do Livro: *Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E τ*
Autores: J. M. Abe; J. I. da Silva Filho; U. Celestino; H.C. de Araújo

Título do Meio de Publicação: Editora Comunnicar

Local da Publicação: Santos – Brasil
Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Editora Comunnicar
Edição: 1

Total de páginas: 99
ISBN: 9788599561928

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação
Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção
Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

TOMADAS DE DECISÃO COM FERRAMENTAS DA LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA

Fábio Romeu de Carvalho

Jair Minoro Abe

Prefácio

No entardecer do século passado e no alvorecer deste, a Informática em geral (incluindo os Sistemas de Informação, Inteligência Artificial, Robótica e Automação, entre outros) passa por uma verdadeira revolução jamais vista. O paradigma não somente de conhecimento, mas, também, de tecnologia e de suas aplicações sofreu mudanças radicais.

A Pesquisa Operacional tem-se mostrado um assunto vastíssimo e inesgotável. Centenas de pesquisadores de todo o mundo têm-se dedicado a esse assunto, que avança diariamente. Para se ter uma ideia de sua dimensão, há um congresso mundial – *European Conference on Operational Research, EURO*, que se realiza anualmente e, em julho de 2010, estará realizando sua vigésima quarta edição, em Lisboa. Em 2009, foi realizado em Bonn, na Alemanha, onde estivemos juntos com outros 2.400 pesquisadores de 80 países.

Dentro da Pesquisa Operacional está inserido o estudo das tomadas de decisão. Muito se tem pesquisado sobre este assunto, muitos métodos de tomadas de decisão têm sido desenvolvidos, mas, até hoje, nenhum conseguiu dar um ponto final ao assunto e, acreditamos, nenhum conseguirá fazê-lo. Uma simples pesquisa na *Internet* pode mostrar o quanto se pesquisa e o quanto se publica sobre os chamados *Decision Support Systems, DSS*. Estes constituem uma classe de sistemas de informação (incluindo, mas não se limitando a sistemas computacionais), que dão suporte a atividades de tomadas de decisão nas organizações e nos negócios.

E é nessa área que nos enveredamos, procurando dar mais uma contribuição ao mundo científico, ao desenvolver um novo método de decisão fundamentado em uma lógica alternativa à clássica, de recente descoberta, a lógica paraconsistente anotada evidencial Et. A ele demos o nome de **Método Paraconsistente de Decisão, MPD**, cujo fundamento se baseia no algoritmo para-analisador.

Cumpramos destacar que foi um brasileiro, o Prof. Dr. Newton Carneiro Affonso da Costa que desenvolveu sua carreira de professor na Universidade Federal do Paraná e na Universidade de São Paulo, um dos inventores da Lógica Paraconsistente, em 1958, juntamente com o lógico polonês S.

Jaśkowski, porém, de modo independente. Os precursores foram os poloneses J. Lukasiewicz e o russo N. A. Vasiliev.

O Prof. Da Costa desenvolveu uma hierarquia de lógicas paraconsistentes, os cálculos proposicionais C_n ($1 \leq n \leq \omega$), os correspondentes cálculo de predicados, bem como a teoria de conjuntos e a teoria dos descritores correspondentes, ou seja, contendo todos os níveis lógicos comuns. Sobre esse tema, o Prof. Da Costa ministrou aulas e palestras em países das Américas do Sul e do Norte, da Europa e da Australásia.

Recebeu, entre diversas distinções, o Prêmio Moinho Santista em Ciências Exatas (1994), o Prêmio Jabuti em Ciências Exatas (1995), e a Medalha do Mérito Científico “Nicolau Copérnico” da Universidade de Torun, Polônia (1998). É membro titular do Instituto Internacional de Filosofia de Paris, o primeiro brasileiro a pertencer a essa instituição.

Creemos não existir na literatura uma referência que dê ao leitor uma compreensão adequada dos temas relacionados a essa lógica, que temos discutido nos diversos encontros científicos de que participamos. Com essa obra pretendemos dar uma contribuição neste sentido, divulgando essa nova classe de lógica, as lógicas paraconsistentes, e mostrando como elas podem ser usadas em tomadas de decisão, mesmo quando a base de dados de que se dispõe é dotada de inconsistências e imprecisões. Também, muito das ideias desenvolvidas aqui são fruto dos diversos cursos de Pós-Graduação que temos ministrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, desde sua fundação.

Portanto, o objeto desta obra é apresentar aos leitores os princípios das lógicas paraconsistentes e sua aplicação em tomadas de decisão, principalmente, na Engenharia de Produção: o Método Paraconsistente de Decisão, MPD. Além disso, é feita uma comparação do MPD com o método estatístico de decisão e com uma versão simplificada do método *fuzzy* de decisão. Exemplos de aplicações práticas são desenvolvidos e discutidos minuciosamente, com aplicações numéricas, tabelas e gráficos.

O fundamento teórico para o MPD são as regras de maximização e de minimização da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$. Essas regras são aplicadas aos graus de evidência favorável ou graus de crença (a) e aos graus de evidência contrária ou grau de descrença (b), que compõem as chamadas constantes de anotação: $\mu = (a; b)$. Essa aplicação é feita por meio de operadores e pode ser de duas maneiras diferentes.

1ª) Fazendo-se a maximização dos graus de evidência de um conjunto de anotações, de modo a buscar a melhor evidência favorável (**maior** valor do grau de evidência favorável a) e a pior evidência contrária (**maior** valor do grau de evidência contrária b). Essa maximização é feita por um

operador da Lógica E τ , designado por **OR** (conjunção). Para o caso de um conjunto de apenas duas anotações, a aplicação deste operador fica assim:

$$\mathbf{OR} \{(a_1; b_1), (a_2; b_2)\} = (\text{máx}\{a_1, a_2\}; \text{máx}\{b_1, b_2\})$$

Para a minimização, faz-se o contrário: busca-se a pior evidência favorável (**menor** valor do grau de evidência favorável *a*) e a melhor evidência contrária (**menor** valor do grau de evidência contrária *b*). O operador que a executa é designado por **AND** (disjunção).

$$\mathbf{AND} \{(a_1; b_1), (a_2; b_2)\} = (\text{mín}\{a_1, a_2\}; \text{mín}\{b_1, b_2\})$$

2ª) Fazendo-se a *maximização (ou a minimização) do grau de certeza* ($H = a - b$) do conjunto de anotações, grau esse que, de certa forma, traduz o quanto as informações contidas nesse conjunto permitem inferir pela veracidade ou pela falsidade da premissa.

A maximização do grau de certeza (*H*) é obtida buscando-se a melhor evidência favorável (**maior** valor do grau de evidência favorável *a*) e a melhor evidência contrária (**menor** valor do grau de evidência contrária *b*). Essa maximização é feita por um operador da Lógica E τ , designado por **MAX** e que, neste livro, será chamado de **maximizante**.

$$\mathbf{MAX} \{(a_1; b_1), (a_2; b_2)\} = (\text{máx}\{a_1, a_2\}; \text{mín}\{b_1, b_2\})$$

Analogamente, a minimização busca a pior evidência favorável (**menor** valor do grau de evidência favorável *a*) e a pior evidência contrária (**maior** valor do grau de evidência contrária *b*). Essa minimização é feita pelo operador **MIN**, que será chamado de **minimizante**.

$$\mathbf{MIN} \{(a_1; b_1), (a_2; b_2)\} = (\text{mín}\{a_1, a_2\}; \text{máx}\{b_1, b_2\})$$

Portanto, observa-se que há duas maneiras de se aplicarem as regras de maximização e de minimização da Lógica E τ . Em alguns aspectos, uma tem vantagens sobre a outra; em outros, desvantagens. Por exemplo, a primeira maneira permite identificar melhor as contradições existentes na base de dados, mas, em compensação, a segunda é mais intuitiva e leva a resultados mais previsíveis e coerentes.

Nesta obra, será feita a opção pela segunda maneira, ou seja, pelos operadores **MAX** e **MIN**. As decisões serão tomadas com base na aplicação da chamada regra do **Mín/Max** ou de decisão otimista, uma vez que minimiza os melhores resultados.

Os autores

Sumário

1. Introdução
 2. Tomada de Decisão Frente a Dados Incertos, Conflitantes e Paracompletos
 3. Bases Teóricas: A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ e O Algoritmo Para-analisador
 4. Uma Técnica de Tomada de Decisão: a Teoria da Decisão Paraconsistente
 5. Aplicações em Tópicos em Engenharia de Produção:
 - 5.1 – Abertura de Curso Superior por Uma Instituição de Ensino Superior
 - 5.2 – Análise da Viabilidade de Lançamento de um Produto
 - 5.3 – Avaliação do Projeto de Uma Fábrica
 - 5.4 – Análise de Viabilidade da Implantação de um Sistema de Manufatura
 - 5.5 – *Outsourcing* – Tecnologia da Informação
 - 5.6 – Construção de Cenários para Planejamento Estratégico
 6. A Teoria da Decisão Paraconsistente e Comparação com os Métodos Estatísticos
 7. Conclusões e Perspectivas Futuras
- Referências Bibliográficas

Meio de Publicação: Livro

Título do Texto: Tomadas de Decisão com Ferramentas da Lógica Paraconsistente Anotada

Autores: F. R. Carvalho; J. M. Abe

Título do Meio de Publicação: Editora Edgard Blucher Ltda

Local da Publicação: São Paulo – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Editora Edgard Blucher Ltda

Edição: 1

Total de páginas: 186

ISBN: 9788521206071

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Redes Neurais Paraconsistentes e Aplicações no Reconhecimento de Padrões

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

VINTE E CINCO ANOS DE PESQUISAS DO GRUPO DE LÓGICA E TEORIA DA CIÊNCIA NO IEA-USP

Newton C. A. da Costa

Jair Minoru Abe

Resumo: Neste capítulo apresentamos uma breve descrição das atividades do Grupo de Lógica e Teoria da Ciência do IEA-USP, destacando algumas das principais realizações durante os 25 anos de sua existência.

Palavras-chave: Pesquisa, lógica, ciência, lógica paraconsistente, fundamentos da Física

Abstract: In this chapter we present a brief description of the activities of the Logic and Science Theory Group of IEA-USP, emphasizing some of the main accomplishments through 25 years of its existence.

Keywords: Research, logic, science, paraconsistent logic, foundations of Physics

Iniciado informalmente em 1985, quando um grupo de lógicos passou a se reunir para discussões e a realização de seminários, o Grupo de Lógica e Teoria da Ciência iniciou suas atividades efetivamente ao ser incorporado ao Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, sob a coordenação geral do Prof. Dr. Newton C. A. da Costa, na época Professor titular da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. O Grupo de Lógica e Teoria da Ciência tem contado, em suas atividades, com a inestimável ajuda da própria USP, de instituições como CNPq, FAPESP, BID, UNICAMP, PUC/SP, UFPr, UFRJ, UFPb, UNESP, da Sociedade Brasileira de Lógica e da Sociedade Paranaense de Matemática, entre outras entidades tanto nacionais como estrangeiras. Quatro grandes linhas de pesquisa foram desenvolvidas pelo Grupo desde a sua criação.

I. Lógicas não clássicas

Até princípios do século XX, havia uma única lógica. No decurso dos últimos cem anos, foram criadas outras lógicas, e a lógica inicialmente considerada, cujas origens remontam a Aristóteles, mas cujo sistematizador mais importante foi G. Frege (nos três derradeiros decênios do século XIX), foi chamada de clássica ou tradicional; pode-se dizer que a lógica clássica adquiriu sua forma quase definitiva na obra monumental de A. N. Whitehead & Bertrand Russell, os *Principia Mathematica* (três volumes, publicados em 1910, 1912 e 1913).

Dentre as leis que vigem na lógica clássica, há três célebres e que se denominam: lei da identidade (“todo objeto é idêntico a si mesmo”), lei da contradição ou da não contradição (“dentre duas proposições contraditórias, isto é, uma das quais é a negação da outra, uma delas é falsa”) e a lei do terceiro excluído (“de duas proposições contraditórias, uma delas é verdadeira”).

As lógicas não clássicas classificam-se em duas categorias: as complementares da lógica clássica (ou tradicional) e as rivais da mesma ou heterodoxas. Estas últimas derrogam ou limitam princípios centrais da lógica tradicional, especialmente os princípios acima referidos: as lógicas paraconsistentes derrogam em geral a lei da contradição; as para completas, o princípio do terceiro excluído; e as não reflexivas, o da identidade. É claro que a sintaxe e a semântica dessas novas lógicas divergem muito das tradicionais, sobretudo no caso das lógicas heterodoxas, com elas houve uma profunda mudança de paradigma, até certo ponto comparável com o advento das geometrias não euclidianas.

Hoje as lógicas não clássicas adquiriram enorme importância, não apenas do ponto de vista teórico, mas também por suas conexões com a filosofia, a matemática, as ciências naturais e, principalmente, por suas aplicações na Informática, Computação e Inteligência Artificial.

Boa parte das atividades do Grupo se concentra no estudo e na investigação dos sistemas lógicos não clássicos e suas aplicações mais relevantes.

Dentro dessa linha, foram desenvolvidos com especial ênfase os seguintes projetos.

II. Lógicas não clássicas e aplicações

II.1 – Lógica paraconsistente, programação paraconsistente e aplicações em inteligência artificial. São tratadas questões como a axiomatização da lógica $P\tau$ de Blair e Subrahmanian (apta, entre outras coisas, para programação lógica paraconsistente); formulação da teoria anotada de conjuntos (e suas interconexões com a teoria dos “fuzzy sets”); algebrização de sistemas lógicos via ideias de Rosenbloom.

II.2 – Lógica deontica e informática jurídica. Trata-se da axiomática de certas teorias jurídicas, como a teoria tridimensional do Prof. Dr. Miguel Reale, a elaboração de lógicas deonticas pluridimensionais, e a formalização de certas relações entre Direito, Ética e Valor.

II.3 – Teorias da verdade não Tarskianas. Estudo da teoria pragmática da verdade, com aplicações em álgebra, lógica e filosofia. Investiga-se a teoria da valoração, para obtenção de semânticas alternativas das semânticas usuais e desenvolvimento de lógicas não reflexivas (que derrogam a “lei da identidade”).

II.4 - Mereologia e Biologia Comparada. Desenvolve-se uma nova mereologia (lógica das partes e do todo em geral), para axiomatizar e desenvolver as teorias da Sistemática Filogenética (proposta por Willi Hennig) e da Vicariância (devida a Leon Croizat, D. E. Rosen e G. Nelson). Foram elaboradas linguagens adequadas para esse tratamento das teorias biológicas e algumas das definições básicas. Resultarão desse estudo vários avanços no campo da Biologia Comparada, principalmente no tocante ao conceito de espécie, às categorias lineanas e à nomenclatura biológica.

III. Fundamentos da Física

Um dos problemas fundamentais da Teoria da Ciência refere-se à axiomatização de teorias físicas. Os fundamentos da Física são tratados de um ponto de vista axiomático, e novas axiomatizações de teorias, como a mecânica clássica, a mecânica quântica não relativista, a teoria de Dirac, a teoria do gauge de Kaluza-Klein e a do eletromagnetismo clássico, foram obtidas. Não somente foram axiomatizadas as principais estruturas físicas de um ponto de vista da teoria de conjuntos clássica, como também do ponto de vista das teorias de conjuntos não cantorianas, originadas a partir das investigações de K. Gödel (1906-1978) e P. J. Cohen (1934-). Foram obtidos, além disso, vários enunciados de natureza física que se prova serem indecidíveis nas teorias físico-matemáticas.

IV. Filosofia da Ciência em geral

Estudou-se a natureza das teorias científicas, no tocante ao conceito de verdade por elas empregado. Procurou-se reestruturar as principais teorias físicas, com base numa concepção pragmática de verdade. Tentou-se, igualmente, utilizar, no mesmo contexto, a teoria da coerência de verdade. Outro tópico de grande interesse para o Grupo consiste no estudo dos fundamentos da probabilidade e na elaboração de uma lógica indutiva de natureza subjetivista, lógica essa que pode ser aplicada à Inteligência Artificial, na computação e na inferência estatística.

V. História da Ciência

Foi publicado o segundo volume da “Introdução histórica à Biologia Comparada, com especial referência à Biogeografia”, de N. Papavero, e está sendo completado o terceiro volume dessa série. Das atividades de pesquisa desenvolvidas resultaram numerosos trabalhos, entre livros e artigos.

Pertenceram ao Grupo de Lógica e Filosofia da Ciência do IEA/USP os seguintes pesquisadores Newton C. A. da Costa, Jair Minoru Abe, Leila Z. Puga, Mineko Yamashita, Celina A. P. Abar (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo); Francisco Antonio Dória (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Décio Krause (Universidade Federal do Paraná); Nelson Papavero (Museu de Zoologia da USP); Caetano Plastino, José Chiappin e Pablo Mariconda (Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP); Jacob Zimbarb Sobrinho (Instituto de Matemática e Estatística da USP). Atualmente o grupo é constituído dos professores Newton C. A. da Costa, Jair Minoru Abe (coordenador), Lafayette de Moraes e João Inácio da Silva Filho.

Os temas se propagaram com a formação de novas gerações de pesquisadores, alguns deles detalhando aspectos de suas pesquisas neste tomo.

1 Prof. Dr. Atsuyuki Suzuki

Faculty of Engineering – Shizuoka University – Japão

Período: 11/87 a 01/88

2 Prof. Dr. Francisco A. Dória

Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ

Período: 1º e 2º semestres de 1989

3 Prof. Dr. Igor Urbas

Australian National University - Austrália

Período: 06 e 07/88

4 Prof. Dr. Nelson Papavero

Museu de Zoologia da USP

Data: 15/09/88

5 Prof. Dr. Daniele Mundici

University of Milan – Itália

Data: 03/10/88

- 6 Prof. Dr. Francisco A. Dória
Universidade Federal do Rio de Janeiro – RJ
Período: 1° e 2° semestres de 1989
- 7 Prof. Dr. Nelson Papavero
Museu de Zoologia da USP
Período: 2° semestre de 1989 em diante
- 8 Prof. Dr. Donald M. Silberger
State University of New York – New Palty, USA
Período: janeiro de 1990
- 9 Prof. Dr. Rolando Chuaqui
Pontificia Universidad Catolica de Chile – Chile
Período: março de 1990
- 10 Prof. Dr. Jacques Stern
Universidade de Paris
Período: março de 1990
- 11 Prof. Dr. Jean-Claude Gardin
École des Hautes Études en Sciences Sociales
Período: outubro de 1990
- 12 Prof. Dr. Grzegorg Malinowski
Lódz University – Department of Logic – Polônia
Período: março de 1990
- 13 Prof. Dr. Rolando Chuaqui
Pontificia Universidad Catolica de Chile – Chile
Período: outubro de 1990
- 15 Prof. Dr. Richard Sylvan
The Australian National University – Australia
Período: novembro e dezembro de 1990
- 16 Prof. Dr. Jorge de Albuquerque Vieira
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Período: 1990
- 17 Prof. Dr. Joseph Nicolas Kaufmann
Université du Quebec – Trois Riviere – Canadá
Período: junho de 1990

- 18 Prof. Dr. Chain Samuel Hönig
Instituto de Matemática e Estatística da USP
Período: dezembro de 1990
- 19 Prof. Dr. José Massera
Universidade Nacional do Uruguai
Período: junho de 1990
- 20 Prof. Dr. Michel Paty
Diretor de Pesquisa do CNRS – França
Período: novembro de 1991
- 21 Prof. Dr. David Miller
University of Warwick – Inglaterra
Período: outubro a dezembro de 1991
- 22 Prof. Dr. Daniel Cefai
École des Hautes Études – Universidade de Paris – França
Período: 10/08 a 27/12/91
- 23 Prof. Dr. Francisco Antonio Dória
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Período: novembro de 1991
- 24 Prof. Dr. Antonio M. A. Sette
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
Período: 1990
- 25 Prof. Dr. Kiyoshi Iséki
Professor Emérito – Kobe University – Japão
Professor Emérito – Naruto University of Education – Japão
Período: 08/12/92 a 07/03/93
- 26 Prof. Dr. Nelson Papavero
Museu de Zoologia – Universidade de São Paulo
Período: 1990 a 1996
- 27 Prof. Dr. Richard Sylvan
Australian National University – Austrália
Período: 1995
- 28 Prof. Dr. Graham Priest
Australian National University – Austrália
Período: 1995

29 Prof. Dr. David Miller
Warwick University – Inglaterra

Período: 1996

Prof. Dr. Francisco Antonio Dória

Universidade Federal do Rio de Janeiro 2001-2003

Profa. Dra. Mara Marly Gomes Barreto

Universidade Federal do Rio de Janeiro 2001-2005

Outros professores estrangeiros que participam das atividades do Grupo, mencionemos os Profs. Drs. Steven French (Southern Missouri State University), Mario G. Losano (Universidade de Milão), Klaus Müdersbach (Universidade de Heidelberg), Francisco Miró Quesada (Universidade Mayor de San Marcos, Lima, Peru), Roberto Vernengo (Universidade Nacional de Buenos Aires).

(Parte das investigações do Grupo foi publicada na forma de pré-publicação do Instituto de Estudos Avançados, na Coleção Documentos, Série Lógica e Teoria da Ciência.)

Meio de Publicação: Capítulo de Livro

Título do Capítulo: Vinte e cinco Anos de Pesquisas do Grupo de Lógica e Teoria da Ciência no IEA-USP

Autores: N. C. A. da Costa; J. M. Abe

Título do Livro: Aspectos de Lógica e Teoria da Ciência

Local da Publicação: São Paulo – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 2011

Editora: Instituto de Estudos Avançados da USP

Edição: 1

Total de páginas: 314

Página inicial e página final: 7-17

ISBN: 978-85-63007-02-5

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Engenharia de Produção

Projeto de Pesquisa: Inteligência Computacional e Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

**RESUMOS DE TRABALHOS
CIENTÍFICOS PUBLICADOS EM
CONGRESSOS**

***ENVIRONMENTAL ACCOUNTING IN EMERGY FOR THE RESERVES
OF CLAY, GYPSUM AND LIMESTONE FROM THE POINT
OF VIEW OF THE BRAZILIAN POPULATION DEFICIT***

J. G. A. Carvalho ^a, S. H. Bonilla ^b

a. Universidade Paulista – São Paulo – carvalhojga@uol.com.br

b. Universidade Paulista – São Paulo – bonilla@unip.br

Abstract: The present study uses the environmental accounting in emergy to evaluate the behavior of the reserves of clay, gypsum and limestone when planned the construction of 4,468 million houses (deficit Brazilian urban population). Through constructive alternatives 3 (blocks of clay brick, concrete block and gypsum blocks) are evaluated the effect on reserves and a discussion is made. The alternative to concrete blocks is that has a smaller impact (investment) in emergy in the three stocks studied.

Keywords: Emergy, environmental accounting, building manufacturing, mineral reserves, population deficit.

Tipo de Produção: Resumo

Título do Texto: *Environmental Accounting in Emergy for the Reserves of Clay, Gypsum and Limestone from the Point of View of the Brazilian Population Deficit*

Autores: J. G. A. Carvalho, S. H. Bonilla

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção e Meio Ambiente: Cálculo de Indicadores de Sustentabilidade para Tomada de Decisão

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***ENVIRONMENTAL ACCOUNTING OF ABC PAULISTA
USING THE EMERGY SYNTHESIS***

F. Sevegnani ^a, C. M. V. B. Almeida ^b, P. A. Frugoli ^c

a. Universidade Paulista – São Paulo – proffabios@gmail.com

b. Universidade Paulista – São Paulo – cmvbag@unip.br

c. Universidade Paulista – São Paulo – pedrofrugoli@unip.br

Abstract: The great growth of the urban population generates a great change in the life style, land use, energy demand and consequent environmental pressure. In this way, studies related to environmental sustainability of urban systems and the availability of natural resources are of major importance. Emergy is considered to be a powerful tool to environmental accounting and measures both natural and human resources to generate products and services. The evaluation through emergy synthesis of cities, states, nations and its base resources provides large scale perspective to evaluation of environmental areas and can help selection of policies for public benefit. This preliminary study applies the emergy synthesis to evaluate the sustainability of the cities that compose the ABC Paulista, accounting the local free renewable resources that give support to the cities. It's also done an evaluation of the results based on the GDP's and the HDI's of each municipality.

Keywords: Emergy synthesis, environmental accounting, environmental sustainability, urban systems.

Tipo de Produção: Resumo

Título do Resumo: *Environmental Accounting of ABC Paulista Using the Emergy Synthesis*

Autores: F. Sevegnani, C. M. V. B. Almeida, P. A. Frugoli

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Avaliação e Aplicação de Ecoindicadores para Desenvolvimento Sustentável

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

*MUNICIPAL URBAN PARKS OF SÃO PAULO: ENVIRONMENTAL
ACCOUNTABILITY OF EMERGY*

M. V. Mariano ^a, C. M. V. B. Almeida ^b, A. P. Z. Santos ^c

a. Universidade Paulista – São Paulo – mirtesmariano@uol.com.br

b. Universidade Paulista – São Paulo – cmvbag@unip.br

c. Universidade Paulista – São Paulo – a_paulasantos@terra.com.br

Abstract: São Paulo city has been investing on the deployment of green areas to improve people life quality. In this regard, the Secretary of the Green and the Environment of São Paulo has increased vegetation coverage through a program of afforestation and creation of new urban parks. The establishment of linear parks along the courses of rivers and streams also takes part of this guideline. This article uses the environmental accountability on emergy for the evaluation of two parks on the east zone of São Paulo: the Linear Park Tiquatira and the Park Vila Silvia. The energy flow and materials in maintenance and use on each one of these parks are accounted. The total energy of Linear Park Tiquatira é $1,52 \times 10^{17}$ seJ/m², being 57% related to renewable natural resources and 43% from the economy. The total emergy of urban park Vila Silvia is $1,68 \times 10^{16}$ seJ/m², being 9% of renewable natural resources and 91% from the economy.

Keywords: Emergy, environmental accountability, environmental sustentability, parks.

Tipo de Produção: Resumo

Título do Texto: *Municipal Urban Parks of São Paulo: Environmental Accountability of Energy*

Autores: M. V. Mariano, C. M. V. B. Almeida, A. P. Z. Santos

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus Indianópolis* – São Paulo-SP - Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Avaliação e Aplicação de Ecoindicadores para Desenvolvimento Sustentável

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***SELECTIVE WASTE COLLECTION AS A PUBLIC POLICY TOOL:
THE SOROCABA/SP EXPERIENCE***

G. V. B. Simões ^a, J. L. Ferraz ^b, S. D. Mancini ^c, S. H. Bonilla ^d, W. A. Bizzo ^e

a. Universidade Paulista – São Paulo – T_GSimoies@sorocaba.sp.gov.br

b. Universidade de Sorocaba – Sorocaba – jose.ferraz@prof.uniso.br

c. Universidade Estadual Paulista – Sorocaba – mancini@sorocaba.unesp.br

d. Universidade Paulista – São Paulo – bonilla@unip.br

e. Universidade Estadual de Campinas – Campinas – bizzo@fem.unicamp.br

Abstract: This study has the objective of demonstrating the implantation experience and evolution of a selective waste collection program performed in a Brazilian city of approximately 600.000 inhabitants – Sorocaba/SP. The “Selective Waste Collection Program – Recycling Lives” begun in the year of 2007 and was incorporated as a city public policy means through the execution of Partnership Terms between the Public Administration and the Civil Organizations involved and through the insertion of the program as a Priority Program for the Municipal Government. To carry out the research a document investigation was brought about in order to expose information about the city legislation regarding local public policies related to selective waste collection and to obtain documents and data related to the evolution of the program. Moreover, a field research involving visits to the recycling cooperatives was conducted to obtain real data relevant to the collection and sorting of the materials, the work methods applied and the results obtained by each of the cooperatives involved with the system. The studies performed show that the evolution process of the program can be characterized by three well-defined stages. The first concerns the legal and institutional compilation of the program and the start of the cooperatives’ operational activities. The second involves the mechanization of the system, which resulted in a growth in the selective waste collection’s productivity. The third stage is defined by a productive expansion of the system, which promoted significant growth in profit and in the number of workers in the selective waste collection Program.

Keywords: Recycling, selective waste collection, recycling cooperatives, municipal public policies.

Tipo de Produção: Resumo

Título do Texto: *Selective Waste Collection as a Public Policy Tool: The Sorocaba/SP Experience*

Autores: G. V. B. Simões, J. L. Ferraz, S. D. Mancini, S. H. Bonilla, W. A. Bizzo

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial: Avaliação Multicritério de Sistemas

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

***THE INTEGRATED PRODUCTION OF FRUITS IN BRAZIL
AND THE INTERFACE WITH A CLEANER PRODUCTION***

L. P. Vendrametto ^a, C. A. Di Agustini ^a, S. H. Bonilla ^b

a. Doutorandos em Engenharia de Produção e pesquisadora da Universidade Paulista – São Paulo –
lilianagenda@gmail.com

b. Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na área de concentração
Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial da Universidade Paulista – São Paulo

Abstract: Currently, there is a high level of concern regarding principles that guide production systems. The same applies in agriculture. Production based on guidelines such as integrated disease and pest management; the rational use of input; restricted use of non-renewable natural resources; conservative soil and water practices; contamination and disease prevention among rural workers are the most important steps towards achieving sustainability. This article presents a discussion based on “Sustainable Agricultural Production or Cleaner Agricultural Production”. The Integrated Production of Fruits can be considered an excellent example of success regarding productivity, quality and reduction of environmental impacts in agriculture. Briefly, it is a system that uses the resources only after they are rationalized and their real need monitored. This article aims at discussing and presenting the principles and norms of Integrated Fruit Production in Brazil.

Keywords: Integrated Production, Integrated management, Sustainable Agriculture.

Tipo de Produção: Resumo

Título do Texto: *The Integrated Production of Fruits in Brazil and the Interface with a Cleaner Production*

Autores: L. P. Vendrametto, C. A. Di Agustini, S. H. Bonilla

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção e Meio Ambiente: Cálculo de Indicadores de Sustentabilidade para Tomada de Decisão

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).

UTILIZATION OF ENERGY IN MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL

G. F. da Silva^a, C. M. V. B. de Almeida^b

a. Universidade Paulista – São Paulo – gfrimaio@gmail.com

b. Universidade Paulista – São Paulo – cmvbag@unip.br

Abstract: In developing countries the landfills stand out as a way for final disposition of the urban solid waste by showing the lower cost and the engineering techniques that aim the minimization of the impacts to the public and environmental health. In this sense, this study makes the emergy synthesis of a landfill in the city of São Paulo. That has a project of environmental compensation and electric energy generation by burning biogas. The total emergy of the system equals $1,22 \times 10^{20}$ sej. And the specific emergy of the USW are equivalent to $8,36 \times 10^{11}$ sej/m³ and transformity of the electric energy that was produced is $4,67 \times 10^3$ sej/J.

Keywords: Emergy, landfill, biogas, environmental.

Tipo de Produção: Resumo

Título do Texto: *Utilization of Energy in Municipal Solid Waste Landfill*

Autores: G. F. da Silva, C. M. V. B. de Almeida

Título do Meio de Publicação: *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production – “Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World”*

Local da Publicação: Universidade Paulista – *Campus* Indianópolis – São Paulo-SP – Brasil

Mês e Ano da Publicação: 18 a 20 de maio de 2011

Apresentação: Houve

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial

Projeto de Pesquisa: Produção, Produto e Consumo Sustentável: Estratégias de Avaliação

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade do(s) autor(es).