

**ANAIS ASPECTOS DE SISTEMAS
INTELIGENTES BASEADOS EM
LÓGICAS ANOTADAS**

JAIR MINORO ABE

2021

JAIR MINORO ABE

**ANAIS ASPECTOS DE SISTEMAS
INTELIGENTES BASEADOS EM
LÓGICAS ANOTADAS**

SÃO PAULO

©reprodução autorizada pelo autor

Abe, Jair Minoro

Anais Aspectos de Sistemas Inteligentes Baseados em Lógicas Anotadas / Jair Minoro Abe. -- São Paulo, 2021.

ISBN 978-65-994728-0-0

Descritores: 1. Lógica paraconsistente 2. Teoria do Risco
3. Tomada de decisão 4. Automação 5. Redes neurais artificiais (Computação) 6.
Robótica

Prefácio

Os Anais “Aspectos de Sistemas Inteligentes Baseados em Lógicas Anotadas” reúne contribuições de docentes pesquisadores do Grupo de Lógica Paraconsistente e Inteligência Artificial da Universidade Paulista e discentes do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da referida Instituição. Além disso, inclui extensões de alguns trabalhos apresentados no VII *Workshop on Intelligent Computing Systems – WICS 2019*, bem como alguns resumos de trabalhos de Iniciação Científica de discentes de graduação, com o fito de integrá-los na atividade científica.

Os textos referem-se a temas atuais em Computação Inteligente, área que se vem solidificando no campo da Inteligência Artificial ou Sistemas Inteligentes, aliada às Lógicas Não Clássicas, notadamente as lógicas paraconsistentes anotadas, pano de fundo dos tópicos de estudo.

Agradecimentos especiais ao Sr. Jonatas Santos de Souza, pós-graduando da Universidade Paulista, pela edição do presente anais na forma eletrônica.

Jair Minoro Abe

Sumário

Inteligência Artificial Paraconsistente	5
Deep Learning Paraconsistente: perspectivas para a tomada de decisão	17
Análise de imagem para identificação de melanoma com Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$	44
Um modelo de horta inteligente baseada em Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$	754
Estudo bibliográfico sobre Redes Neurais Artificiais	932
Uso da Lógica Paraconsistente na elucidação da autoria delitiva do crime roubo (praticado a transeuntes) sob a circunscrição da Delegacia Seccional de Santo André..	1109
Análise de risco do controle de mudança utilizando Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$	129
Comunicação V2X de veículos autônomos utilizando Lógica Paraconsistente.....	143
Estudo apoiado nas aplicações produzidas para robôs móveis paraconsistentes	165
Avaliação de qualidade de manutenção de <i>software</i> paraconsistente	179
Rede neural artificial híbrida – Rede Paraneural: implementação da Lógica Paraconsistente em neurônios artificiais.....	192
Artigos de Iniciação Científica	205
Desenvolvimento do <i>software desktop</i> de rastreabilidade de medicamentos apoiado na Lógica Paraconsistente	206
O mundo da Indústria 4.0	209
Sistema Especialista com uso de inteligência artificial para o diagnóstico e o acompanhamento de pacientes que necessitam de tratamentos fisioterapêuticos	217

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARACONSISTENTE

Jair Minoro Abe
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
jair.abe@docente.unip.br

Resumo

Neste trabalho expositivo discutimos algumas aplicações das lógicas paraconsistentes anotadas que vêm se estabelecendo solidamente nos últimos anos em IA e áreas correlacionadas.

Palavras-chave: Paraconsistência e IA, aplicações dos sistemas paraconsistentes, lógicas paraconsistentes e Informática.

Abstract

In this exhibition work we discuss some applications of the annotated paraconsistent logics that have been solidly established in recent years in AI and correlated areas.

Keywords: Paraconsistency and AI, applications of paraconsistent systems, paraconsistent logics and Informatics.

Introdução

A lógica paraconsistente, inicialmente, investigada do ponto de vista puramente teórico, encontrou em anos recentes aplicações extremamente fecundas nos mais variados campos. Neste trabalho ilustramos algumas aplicações que têm sido feitas no campo da tecnologia e informática. Desse modo, tais aplicações justificam plenamente a investigação dos sistemas paraconsistentes do ponto de vista prático, visto que possui uma fundamentação adequada.

Diz-se que uma teoria dedutiva é *consistente* se não possuir teoremas contraditórios, um dos quais é a negação do outro. Caso contrário, a teoria diz-se *inconsistente* (ou *contraditória*). Uma teoria chama-se *trivial* se todas as fórmulas (ou sentenças) de sua linguagem forem nela demonstráveis; em hipótese contrária, diz *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). Se a lógica subjacente a uma teoria T é a lógica clássica ou alguma de suas extensões, T é inconsistente se e somente se for trivial. Em consequência, se quisermos erigir teorias ou sistemas de informação inconsistentes, mas não triviais, temos de usar um tipo novo de lógica. Lógica paraconsistente é uma lógica que pode servir de base a teorias inconsistentes e não triviais.

Deste modo, a lógica paraconsistente é de importância fundamental para se edificar sistemas de informação ou teorias inconsistentes, mas não triviais. Neste trabalho expomos algumas aplicações das lógicas de paraconsistentes que vêm se estabelecendo solidamente nos últimos anos em IA e áreas correlacionadas.

Programação Lógica Paraconsistente

Inconsistência é um conceito que surge naturalmente na descrição do mundo real. Isto ocorre em vários contextos. Não obstante, seres humanos são capazes de raciocinar adequadamente. A automatização de tais raciocínios requer o desenvolvimento de teorias formais.

O emprego de sistemas lógicos que permitem a manipulação de informações inconsistentes é uma área de importância crescente em de Computação, teoria de banco de dados e IA (que doravante abreviamos por IA). Por exemplo, se um engenheiro de conhecimento está projetando uma base de conhecimento BC , relacionado a um certo domínio D , ele pode consultar n especialistas desse domínio. Para cada especialista consultado e_i , $1 \leq i \leq n$, ele obterá alguma informação e a representará em alguma lógica como um conjunto de sentenças BC_i , para $1 \leq i \leq n$. Um modo simples de se combinar o conhecimento resultante de todos os peritos em um único sistemas de conhecimento BC , é unir os conjuntos obtidos BC_i :

$$BC = \bigcup_{i=1}^n BC_i$$

Porém, certas bases BC_i e BC_j podem conter consequências contraditórias - p e $\neg p$ (negação de p). Então, BC é inconsistente, e conseqüentemente sem sentido, pois, neste caso ela não possui modelos. Porém, a base de conhecimentos BC não é um conjunto inútil de informações. Há alguns argumentos que favorecem este ponto de vista:

1. Certos subconjuntos de BC_i podem ser inconsistentes e expressarem informações importantes. Tais informações não podem ser desconsideradas;

2. A discordância entre especialistas em um determinado domínio pode ser significativa. Por exemplo, se o médico M_1 conclui que o paciente X sofre de um câncer fatal, enquanto o médico M_2 conclui que aquele mesmo paciente sofre de tumor, mas benigno, o paciente quererá saber provavelmente mais sobre tal discordância. Esta discordância é fundamental porque pode conduzir o paciente X a tomar decisões apropriadas - por exemplo, obter a opinião de um terceiro médico.

Este último caso evidencia que não é aconselhável achar modos para excluir fórmulas identificadas como causando inconsistências em BC , porque muitas vezes podem ser removidas informações importantes. Em tais casos, a existência de inconsistências é relevante. Em [6] e em outros trabalhos foi proposto uma variação da linguagem de programação Prolog, a saber, ParaLog, que permite tratar da inconsistência diretamente. Esta implementação foi feita independentemente dos resultados de Subrahmanian e colaboradores [7], [18].

Assim, lógica de paraconsistente, apesar de ter sido desenvolvidos inicialmente de um ponto de vista puramente teórico, encontrou em recentes anos aplicações extremamente férteis em de Computação, evidenciando-se sua fecundidade dos prismas prático e tecnológico.

Sistema Multiagente e IA Distribuída

Sistema multiagente constitui um tópico importante em IA. O uso de sistemas modais para modelar conhecimento e crença foi amplamente considerada em IA. Parece-nos que o primeiro a considerar conhecimento e crença para máquinas foi McCarthy. Subsequentemente, autores como Rosenchein, Parikh e Ramamujam, Kaelbling, Fischer, Innerman, Halpern, Fagin e Moses, entre outros, consideraram conhecimento em sistemas multiagentes, além de outros enfoques [15] e [16].

As ideias essenciais que subjazem os sistemas propostos por Halpern e Fagin [16], Halpern e Moses [16] e colaboradores podem ser resumidos como se segue: $\Box_i A$ pode ser lido: o agente i sabe A , $i = 1, \dots, n$. Também se definem *conhecimento comum* e *conhecimento distribuído* em termos de operadores modais adicionais: \Box_G (todos do grupo G sabem), \Box_G^C (é conhecimento comum entre agentes em G), e \Box_G^D (é

conhecimento distribuído entre agentes em G) para todo subconjunto não vazio G de $\{1, \dots, n\}$.

Não obstante, o a maioria das propostas existentes usam extensões da lógica clássica ou pelo menos parte dela, mantendo tanto quanto possíveis características fundamentais dessa lógica. Quando se leva em conta questões de omnisciência lógica, um conceito pertinente que aparece é o de contradição. Alguns autores consideraram este problema, como, por exemplo, Cresswell. Outros autores têm mostrado como propriedades diferentes de conhecimento podem ser capturadas impondo-se certas condições na semântica que permitem tais contradições. A vantagem de se admitir paraconsistência e paracompleteza no sistema fica evidente se observamos que alguns agentes podem efetivamente mentir de fato ou podem estar ignorantes sobre certas proposições: um agente pode declarar A e $\neg A$ ou que A e $\neg A$ não se verificam.

Em [3] descreveu-se uma classe de lógicas paraconsistentes multimodais que também são, em geral paracompletas e não aléticas. Tais sistemas podem se constituir, por exemplo, em candidata para se modelar conhecimento paraconsistente (consultar também [2]).

Arquitetura Paraconsistente

Edificou-se, também, a especificação e protótipo de uma arquitetura paraconsistente embasada nas lógicas paraconsistentes anotadas que integra vários sistemas de computação - planejador, bancos de dados, sistemas de visão, etc. - de uma célula de manufatura [17].

Em domínios de aplicação como controle de robôs e células de manufatura flexíveis, a complexidade da tarefa de controle aumenta proporcionalmente ao aumento e variedade de informações, estímulos que vêm do mundo externo ao sistema. Para se lidar com tal complexidade e o método usado ser adequado a essas novas situações dentro do tempo imposto pelo domínio de aplicação, convém que a tarefa de controle não deva ser centralizada. Porém, tal descentralização não é fácil de se implementar: paradoxalmente, pode conduzir a um aumento no tempo para a exigência de se resolver o problema, pois pode interferir com a coerência do processo de resolução. A fim de evitar este fenômeno, a arquitetura específica:

- a) Como cada agente vai usar seu conhecimento, planos, metas e habilidades no processo de resolução.
- b) Como cada agente vai se comportar quando enfrentar com informações imprecisas e incompatíveis, inconsistentes.
- c) Como, e quando, cada agente vai passar para os outros agentes seus planos, metas, habilidades e crenças.
- d) Como cada agente vai representar a informação recebida dos outros agentes e suas crenças nas informações.

Finalmente, a arquitetura proposta engloba os sistemas de computação existentes, como, também, estende tais sistemas, os mecanismos de cooperação, coordenação e manipulação de inconsistência. Isto reduz o esforço necessário para se integrar os sistemas. Unindo conceitos e técnicas de IA Distribuída e lógica paraconsistente anotada, a arquitetura proposta Paranet também permite agentes trabalharem em cooperação, mesmo na presença de dados e resultados incompatíveis, para alcançar propósito comum ou metas interativas distintas.

Em Sistemas de IA Distribuída, os agentes são os componentes de uma rede, e cada um deles só possui sua própria percepção local do problema a ser resolvido. Em um processamento distribuído tradicional, uma intensa troca de mensagens entre os nós da cadeia é necessária, para prover os nós com a informação necessária para o processo e controle local de cada nó. O resultado desta intensa comunicação é uma questão do desempenho do sistema inteiro e um nível alto de sincronismo no processo dos agentes.

Uma possível maneira para se reduzir a taxa de comunicação e sincronização entre agentes é lhes deixar produzir resultados parciais, incompletos ou incorretos. Ou, até mesmo, resultados inconsistentes e/ou paracompletos, em comparação com os resultados parciais produzidos por outros agentes. Este tipo de processamento requer uma solução de arquitetura, que permite a cooperação entre agentes de tal um modo que os resultados parciais de cada agente podem ser revisados e podem ser relacionados com as informações obtidas durante a interação com os outros agentes.

Durante as últimas duas décadas, algumas arquiteturas de IA Distribuída foram propostas nos campos mais diversos, variando de sinais de integração a aplicações industriais. Porém, tais arquiteturas não tratam do conceito de inconsistência. Na maioria delas, somente os dados mais recentes são considerados durante o processo de resolução. Os dados mais antigos (indiferentemente de sua origem) que podem conduzir

a inconsistências não são levados em conta. Apesar de sua importância, a ideia de inconsistência é tema que a IA Distribuída não deu a atenção devida.

Uma possível razão para a situação atual é que a inconsistência e/ou paracompleteza não podem ser tratadas diretamente pela lógica clássica. Então, para se manipular inconsistências e paracompletezas diretamente, deve-se empregar lógicas distintas da clássica. O Paranet foi edificado com base na lógica paraconsistente anotada para lidar com as inconsistências e paracompletezas nos sistemas de planejamento.

Para tornar possível o uso de tal lógica em domínios de aplicação complexos (intensa informação introduz tempo crítico de resposta do agente), como na manufatura de células, foi necessário estender e refinar as técnicas e conceitos da programação lógica paraconsistente e base de conhecimento de amálgama.

Representação de Conhecimento Paraconsistente

Em ciência de computação, uma boa solução para determinado problema muitas vezes depende de uma boa representação. Para a maioria das aplicações em IA, a escolha de uma representação de conhecimento é até mesmo mais difícil, bem como o critério para tal escolha é menos claro ainda.

Embora nenhum consenso geral do que é representação de conhecimento exista, muitos esquemas foram propostos para representar e armazenar conhecimento. Muitos de tais esquemas têm sido utilizados de modo profícuo como fundamento para a implementação de alguns sistemas existentes. Porém, há várias características do conhecimento que não são, contudo, bem entendidas ainda, como paracompletezas e inconsistências. Até que haja compreensão melhor de tais características, a representação de conhecimento permanecerá como um campo aberto de estudo em IA.

Há vários esquemas para se representar conhecimento. Dois esquemas que capturam melhor o conhecimento relativo a objetos e as suas propriedades são as cadeias semânticas e *frames*. A representação de conhecimento - *frames* - ficou popular nos anos setenta devido ao aparecimento da teoria dos *frames*. A teoria dos *frames* apareceu inicialmente como resultado de um artigo escrito por M. Minsky. Um sistema de *frames* como proposto por Minsky consiste em uma coleção de *frames* articulada em uma cadeia semântica. Na ocasião, o uso de *frames* foi recomendado como básico para se entender a percepção visual, os diálogos em linguagem natural e outros conceitos

complexos. O desenvolvimento de linguagens por *frames* era em parte destinado à implementação de sistemas de Inteligência Artificiais baseados em estruturas de *frames*.

Sistemas baseados em cadeias semânticas e sistemas baseados em *frames* podem ser considerados semelhantes com respeito às suas estruturas, mas eles diferem no que representam. Quer dizer, enquanto cadeias semânticas representam objetos simples, um sistema de *frames* pode representar objetos complexos.

Não obstante, há, grandes lacunas entre o conhecimento representado pelo sistema baseado em *frames* e o conhecimento do mundo real. Como dissemos, a maioria desses sistemas não tratam adequadamente conceitos como exceção e inconsistência.

Um *frame* é uma representação de um objeto complexo. Ela é identificada por um nome e consiste em um conjunto de *slots*. Cada *frame* possui ao menos um *frame* hierarquicamente superior e, portanto, constitui uma base com mecanismo de herança. Um *frame* especial é a raiz desta hierarquia de herança.

A hierarquia de herança é consequência da noção clássica de hierarquia taxonômica, um modo de se organizar conhecimento. A hierarquia taxonômica é justamente o começo do raciocínio por herança. Investigadores em IA juntaram ferramentas para representar propriedades de classe, exceções para propriedades herdadas, superclasses múltiplas e conceitos estruturados com relações específicas sobre os elementos estruturais. Mais que isso, o raciocínio por herança conduz naturalmente a raciocínio *default* e raciocínio não monotônico e pode ser usado para se raciocinar sobre protótipos e instâncias típicas de classes de sistemas de herança.

Os dois tipos principais de sistemas de herança existentes são: os que não admitem exceções a propriedades herdadas e os que admitem exceções a propriedades herdadas. É fácil descrever a semântica do primeiro tipo de herança em lógica de primeira ordem na qual os *frames* podem ser interpretados como predicados unários e *slots* podem ser interpretados como predicados binários. A descrição da semântica do segundo tipo de sistema de herança em lógica de primeira ordem é muito mais difícil, porquanto exceções introduzem não monotonicidade.

Desde o final da década de 70, vários formalismos não monotônicos foram propostos. Entre os amplamente divulgados estão os seguintes: predicado de conclusão de Clark, a lógica do *default* de Reiter, a lógica não monotônica de Doyle e McDermott, a circunscrição de McCarty, a lógica não monotônica de McDermott, e a lógica autoepistêmica de Moore. Porém, nenhum destes formalismos trata adequadamente os conceitos de inconsistência e paracompleteza. Para se poder estudar as inconsistências

diretamente, necessitamos recorrer a lógicas alternativas, isto é, novas linguagens de programação baseados em tais lógicas.

Uma variação da linguagem de programação Prolog baseada nas lógicas anotadas foi edificada e permite lidar diretamente com inconsistência e paracompleteza. A linguagem de programação proposta foi denominada linguagem de programação paraconsistente - ParaLog. Para se implementar sistemas de *frames* que lidam com inconsistência, a dificuldade causada pela falta de uma semântica formal, para sistemas de *frames* paraconsistentes e para raciocínios por herança que lidam com inconsistências e sistemas de *frames* de múltipla herança, tiveram que ser levados em conta.

Em [6] foram apresentadas as características principais de um raciocinador de herança paraconsistente que permite lidar diretamente com exceções e inconsistências em sistemas de *frames* de múltipla herança. O raciocinador de herança paraconsistente representa conhecimento por meio de *frames* paraconsistentes e deduz com base no grau de inconsistência e/ou indeterminação. Este raciocinador, de grande amplitude de aplicação, também permite englobar heranças menos complexas. Além disso, sua característica principal é não eliminar contrações, *ab initio*.

Raciocínio *defeasible*, raciocínio *default*, raciocínio incerto, raciocínio *fuzzy* e raciocínio paraconsistente

A lógica paraconsistente anotada evidencial $E\tau$ é uma classe de lógica paraconsistente anotada que permite a consideração do raciocínio evidencial onde uma constante de anotação possui dois valores. As anotações são compostas por dois valores que numa dada aplicação podemos denominá-los grau de evidência favorável à primeira componente e grau de evidência contrária, à segunda componente. O grau de evidência favorável é simbolizado por μ_1 e o grau de evidência contrária por μ_2 . Com estas considerações, cada constante anotação do reticulado é representada pelo par (μ_1, μ_2) , onde: $\mu_1 =$ Grau de evidência favorável, $\mu_2 =$ Grau de evidência contrária, $\mu_1, \mu_2 \in [0, 1] \times [0, 1]$, onde $[0, 1]$ representa o intervalo unitário real. Tal subconjunto do plano cartesiano pode ser modificado para outras aplicações.

Com a lógica paraconsistente, podemos mapear raciocínios *default*, raciocínio *defeasible*, raciocínio *fuzzy*, e raciocínios incertos e paraconsistentes. Para detalhes técnicos, consultar, por exemplo, [20], [21] e [22]. Fato interessante, é que tais

raciocínios podem receber formalismos “dentro” da lógica paraconsistente anotada. Em um estudo de cunho mais teórico, fomos capazes de mostrar que as lógicas anotadas mais gerais englobam outras lógicas assemelhadas, como, por exemplo, os sistemas rotulados de Gabbay. Constitui intenção nossa, em trabalhos futuros, apresentar uma programação anotada geral que englobe os casos citados, permitindo obter, desse modo, uma ferramenta computacional de extrema utilidade.

Circuitos Eletrônicos Paraconsistentes

Em [11] foram propostos circuitos elétricos digitais (portas lógicas complemento, conjunção e disjunção) inspirados em uma classe de lógicas paraconsistentes anotadas *Pt*. Estes circuitos permitem “sinais incompatíveis” de uma maneira não trivial em sua estrutura.

Os circuitos propostos consistem de seis estados; devido à existência de operadores literais para cada um deles, a lógica subjacente é funcionalmente completa; é multivalorada e paraconsistente (pelo menos “semanticamente”). As simulações foram feitas usando o *software Aimspace 15.a* numa frequência típica de 50 MHz. Os *layouts* das portas foram implementados para um processo de fabricação *ES2* de 1.2 μm . Também, foi apresentado um módulo de analisador paraconsistente combinando vários circuitos paraconsistentes que têm como atrativo especial tratar sinais incompatíveis e dar-lhes tratamento não trivial.

Ao que nos consta, estes resultados parecem pioneiros na área de circuitos elétricos e, por meio do conceito de paraconsistência, estão se abrindo inúmeras vias de pesquisa na teoria de circuitos eletrônicos. Os estudos iniciais parecem ser de grande envergadura: ampliam o âmbito de aplicações onde sinais contraditórios são comuns, como em circuitos de sensores em robótica, circuitos de automação em indústria e em muitos outros campos. Em [12] e [13] apresenta-se o controlador lógico Para *Fuzzy* que constitui um controlador que une características da “lógica” *Fuzzy* e da lógica anotada paraconsistente, ou seja, o Para *Fuzzy* faz tratamento de conceitos difusos ou contraditórios e paracompletos, prenunciando aplicações extremamente fecundas em Robótica.

Conclusão

A exposição precedente patenteia que as aplicações dos sistemas paraconsistentes estão sendo frutíferas em muitos aspectos. Hoje, a paraconsistência converteu-se em uma área de pesquisa dos mais interessantes em ciência da computação, robótica, IA, informática em geral, abrindo-se uma nova era no tocante às aplicações de lógicas não clássicas nas ciências aplicadas, justificando-se, assim, o estudo dos sistemas paraconsistentes do ponto de vista prático.

Referências

- [1]. ABE, J. M., **Fundamentos da Lógica Anotada**, tese de Doutorado, FFLCH/USP, São Paulo, 1992.
- [2]. ABE, J. M., **On Annotated Modal Logics**, *Mathematica Japonica*, 40(3), 553-560, 1994.
- [3]. ABE, J.M., B.C. ÁVILA & J.P.A. PRADO, **Multi-agents and inconsistency, International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications 1998**, ISBN 981-023352-3, H. Selvaraj & B. Verma Editors, World Scientific, (ICCIMA' 98, Proceedings of the 2nd International Conference), 137-142, 1998.
- [4]. ABE, J.M. & J.I.S. FILHO, **Inconsistency and Electronic Circuits**, Proceedings of The International ICSC Symposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS'98), Volume 3, Artificial Intelligence, Editor: E. Alpaydin, ICSC Academic Press International Computer Science Conventions Canada/Switzerland, ISBN 3-906454-12-6, 191-197, 1998.
- [5]. AKAMA, S. & J.M. ABE, **Natural Deduction and General Annotated Logics**, Atas do The First International Workshop on Labelled Deduction (LD'98), Freiburg, Alemanha, 1-14, 1998.
- [6]. ÁVILA, B.C., J.M. ABE & J.P.A. PRADO, **ParaLog-e: A Paraconsistent Logic Programming Language, International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications 1998**, ISBN 981-023352-3, H. Selvaraj & B. Verma Editors, World Scientific, (ICCIMA' 98, Proceedings of the 2nd International Conference), 143-148, 1998.

- [7]. BLAIR, H.A. & V.S. SUBRAHMANIAN, **Paraconsistent Foundations for Logic Programming**, Journal of Non-Classical Logic, 5, 2, 45-73, 1988.
- [8]. DA COSTA, N.C.A., **O Conhecimento Científico**, Discurso Editorial, São Paulo, 1997.
- [9]. DA COSTA, N.C.A., V.S. SUBRAHMANIAN, & C. VAGO, **The paraconsistent logics P_{τ}** , Zeitschr. f. Math. Logik und Grundlagen d. Math., 37, 139-148, 1991.
- [10]. DA COSTA, N.C.A., J.M. ABE, V.S. SUBRAHMANIAN, **Remarks on Annotated Logic**. Zeitschrift f. math. Logik und Grundlagen Math. 37, 561-570, 1991.
- [11]. DA SILVA FILHO, J.I., **Circuitos de portas lógicas primitivas implementados a partir de uma classe de lógicas paraconsistentes anotadas**, tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, 1997.
- [12]. DA SILVA FILHO, J.I. & J.M. ABE, **Para-Fuzzy Logic Controller – Part I: A New Method of Hybrid Control Indicated for Treatment of Inconsistencies Designed with the Junction of the Paraconsistent Logic and Fuzzy Logic**, aceito no International Computer Science Conventions (CIMA'99), Rochester Institute of Technology, RIT, Rochester N.Y., USA, 1999.
- [13]. DA SILVA FILHO, J.I. & J.M. ABE, **Para-Fuzzy Logic Controller – Part II: A Hybrid Logical Controller Indicated for Treatment of Fuzziness and Inconsistencies**, aceito no International Computer Science Conventions (CIMA'99), Rochester Institute of Technology, RIT, Rochester N.Y., USA, 1999.
- [14]. DA SILVA FILHO, J.I. & J.M. ABE, **Para-Analyser and Inconsistencies in Control Systems**, aceito no IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing, Honolulu, Hawaii, USA, 1999.
- [15]. HALPERN, J.Y. & R. FAGIN, **Modeling knowledge and action in distributed systems**, Distributed Computing 3(4), 159-179, 1989.
- [16]. HALPERN, J.Y. & Y. MOSES, **Knowledge and common knowledge in a distributed environment**, Journal of the ACM 37(3), 549-587, 1990.

- [17]. PRADO, J.P.A., **Uma Arquitetura em IA Baseada em Lógica Paraconsistente**, tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1996.
- [18]. SUBRAHMANIAN, V.S., **On the semantics of quantitative logic programs**, Proc. 4th IEEE Symposium on Logic Programming, Computer Society Press, Washington D.C., 173-182, 1987.
- [19]. SYLVAN, R. & J.M. ABE, **On general annotated logics, with an introduction to full accounting logics**, Bulletin of Symbolic Logic, 2, 118-119, 1996.
- [20]. BLAIR, H., J.M. ABE & V. S. SUBRAHMANIAN, **Paraconsistent Foundations for Logic Programming**. Journal of Non-Classical Logic, 5(2) 45-73.
- [21]. NAKAMATSU, K., Y. HASEGAWA, J.M. ABE & A. SUZUKI, **A Framework for Intelligent Systems Based on Vector Annotated Logic Programs**, aceito no IPMM'99 The Second International Conference on Intelligent Processing and Manufacturing of Materials, Honolulu, Hawaii, USA, 1999.
- [22]. 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.

DEEP LEARNING PARACONSISTENTE: PERSPECTIVAS PARA A TOMADA DE DECISÃO

Angel Antônio G. Martinez, Jair M. Abe, Luiz A. de Lima
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
aagmartinez@gmail.com, jairabe@uol.com.br, luiz@wcisp.com.br

Resumo

Este trabalho consiste na construção de um aplicativo para realizar simulação de computador sobre estudos de caso de bases de dados coletadas por terceiros em processos produtivos. O aplicativo é construído com a lógica paraconsistente anotada evidencial $E\tau$. e com ela elaborou-se diversas simulações com redes neurais artificiais paraconsistentes em uma arquitetura de "Deep Learnings".

Palavras-chave: Lógica paraconsistente, *deep learning*, *machine learning*.

Abstract

This work consists in the construction of an application to perform computer simulation on case studies of databases collected by third parties in productive processes in the agroindustry. The application is built with for in paraconsistent logic annotated $E\tau$ and with it has been elaborated several simulations with artificial neural networks paraconsistent in an architecture of "Deep Learnings".

Keywords: Logic for consistent, deep learning, machine learning.

Introdução

Neste trabalho fez-se uma breve explanação sobre os conhecimentos necessários ao desenvolvimento de redes neurais artificiais paraconsistentes, para balizar o entendimento do tema principal que são as redes neurais para consistente de aprendizagem profunda aplicadas a processos produtivos. Iniciou-se com conceitos matemáticos, seguiu-se com a lógica clássica, entrando-se na lógica paraconsistente anotada evidencial $E\tau$, apresentou-se um modelo de neurônio artificial, seguido por uma explanação de redes neurais artificiais, *machine learning* (ML), *deep learning* (DL). Assim pode-se entrar no tema central que são as redes neurais artificiais

paraconsistentes que são a base do Paraconsistente *Deep Learning* (PDL) que serão aplicadas em processos produtivos. Expuseram-se os métodos e matérias de como será conduzida nossa pesquisa. Ainda não se possui resultados pois o estágio ainda é embrionário.

Avaliações de processos produtivos

Um processo produtivo consiste de um conjunto de procedimentos ou operações realizadas tipicamente de forma sequencial, regular e continuada, com o objetivo de realizar uma determinada atividade que resultará em um produto ou serviço. O produto obtido deve possuir uma qualidade que atenda expectativas do consumidor.

Há muitas formas de se avaliar um processo produtivo que pode ser considerado, desde a escolha das matérias primas até o fim da vida útil do produto considerando inclusive os impactos ambientais do seu descarte na natureza. Estabelecido um processo que garanta a qualidade pretendida, outro objetivo é a melhoria contínua do processo, e para isso devem-se estabelecer critérios de medição e análise.

Em ROSZAK [5], são examinados alguns critérios de avaliação de processos produtivos, dentre os quais citam-se o método do custeio baseado em atividades (ABC) (*Active Based Costing* (ABC)), a cronometragem das operações que agregam valor ao produto, análises de multicritérios e aplicação de índices econômicos. Uma das finalidades destes critérios é avaliar o quanto o emprego da tecnologia aplicada ao processo torna a empresa mais competitiva no mercado. Assim calculam-se os custos, medem-se as grandezas pertinentes, bem como os tempos de produção, e comparam-se os valores obtidos por essas variáveis antes e após o emprego da tecnologia aplicada. A figura a seguir aborda critérios de competitividade em ordem de realização na empresa.

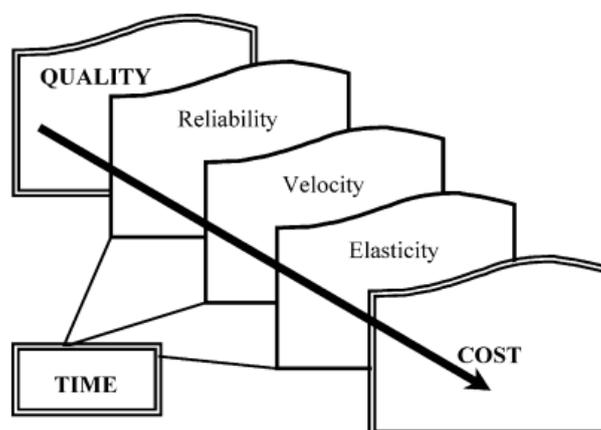


Figura 1 - Critérios de competitividade em ordem de realização na empresa,

Assim tem-se uma forma de se avaliar o impacto da aplicação da PDL em várias etapas de um processo e mensurar os ganhos de competitividade adicionados a cadeia produtiva.

Conceitos Matemáticos Elementares

Apresenta-se, a seguir, alguns conhecimentos com objetivo de alinhar-se as definições que são utilizadas ao longo do texto. Em Akama [2], é realizada uma explanação sobre a lógica clássica e a lógica paraconsistente [1], que é a espinha dorsal deste trabalho.

A razão é a faculdade dos seres humanos de raciocinar (pensar), isto é, apreender e conseguir tirar conclusões sobre um evento. A razão também se denomina de inteligência, daí advém o conhecimento.

Uma teoria é um conjunto de regras ou leis com o qual um determinado conhecimento é sistematizado ou formalizado. Uma forma de estabelecer-se uma teoria é postular-se algumas regras ou leis aceitas sem demonstração. Estas leis aceitas sem demonstração são os axiomas ou postulados, as outras leis deduzidas a partir dos axiomas são os teoremas. As teorias assim concebidas são denominadas também por sistemas formais, ou teorias formais, ou sistemas axiomáticos. Uma boa prática é manter-se o número de axiomas o menor possível.

Quando em uma teoria um determinado conceito é usado frequentemente, a fim de caracterizar quando ele está ou não presente estabelece-se uma definição. Quando um conceito é aceito sem definição diz que é um conceito primitivo, os demais são conceitos derivados. Os conceitos primitivos estão presentes nos axiomas.

Para que o conhecimento seja compartilhado necessita-se de uma linguagem. A linguagem natural é caracterizada por ambiguidades. Uma linguagem artificial ou formal **L** é criada sobre um conjunto de símbolos **A** denominado de alfabeto, sobre este alfabeto estipulam-se *regras sintáticas* que unem os símbolos para formarem expressões. As expressões que possuem interesse para **L** são o bem formadas, as que não possuem interesse são malformadas. Entre as expressões bem formadas destaca-se o conjunto de fórmulas **F** e o conjunto dos termos **T**. O conjunto dos axiomas ou postulados **P** é um subconjunto de **F**. A fim de que se possam obter os teoremas define-se o conjunto **R** de *regras de inferência* sobre o conjunto de fórmulas. Um teorema em uma teoria **T** é uma fórmula que, ou é um axioma de **T**, ou é uma conclusão embasada

nas regras de **R**. Sintetizando, um sistema formal ou teoria é uma quádrupla $\mathbf{S} = (\mathbf{A}, \mathbf{F} \cup \mathbf{T}, \mathbf{P}, \mathbf{R})$ onde:

- I. **A** é um conjunto qualquer de símbolos denominado de alfabeto.
- II. $\mathbf{F} \cup \mathbf{T}$ é o conjunto de expressões bem formadas construídas com as regras sintáticas.
- III. **P** é o conjunto de postulados (axiomas).
- IV. **R** é o conjunto de regras de inferência entre fórmulas.

Uma demonstração em **S** é uma sequência de fórmulas $A_1, A_2, \dots, A_n; B$, onde cada A_i para i entre 1 e n A_i é um axioma ou consequência direta das formulas precedentes. A sequência $A_1, A_2, \dots, A_n;$ é definida como $\Gamma = (A_1, A_2, \dots, A_n)$. A fórmula B é deduzida ou derivada de Γ , denota-se $\Gamma \vdash B$. B é um teorema de **S** e este procedimento para a dedução de B é nomeado de demonstração.

Propriedades dos sistemas formais

Consistência: Um sistema formal **S** é consistente quando para qualquer formula de **S** e sua negação são ambos teoremas.

Efetividade: um sistema formal **S** é efetivo quando existe um procedimento com um número finito de passos, que permita comprovar que uma expressão é uma fórmula ou dedução.

Decidibilidade: um sistema formal **S** é decidível quando há um procedimento que permita verificar se uma fórmula é ou não um teorema.

Consistência Maximal: um sistema formal **S** é maximamente consistente ou completo, se for possível verificar para toda fórmula, se ela ou sua negação constitui um teorema do sistema.

Adequação: um sistema formal **S** é adequado quando admite a correção de cada formula e admite a completude de cada formula.

Independência: um axioma ou regra é independente quando a supressão deste diminui a capacidade dedutiva do sistema forma **S**.

Lógica Clássica

A lógica é o estudo de métodos e princípios usados para distinguir o raciocínio correto do incorreto. A lógica matemática é conhecida também por Lógica Proposicional, ou Lógica Simbólica ou Clássica. Ela fórmula critérios que permitem a análise da legitimidade de argumentos usados para a demonstração de determinadas afirmações. Assim, usando-se argumentos "legítimos", é possível demonstrar que uma afirmação é a conclusão de afirmações anteriores.

Lógica Proposicional

A lógica proposicional é a forma mais simples de lógica. Nela os fatos do mundo real são representados por sentenças sem argumentos, chamadas de proposições. Uma proposição é uma sentença, de qualquer natureza, que pode ser qualificada de verdadeiro ou falso. Se não é possível definir a interpretação (verdadeiro ou falso) da sentença, esta não é uma proposição.

O conjunto de fórmulas da lógica proposicional é denominado L_n (lógica de ordem n). Cada fórmula deste conjunto é uma proposição gerada pela concatenação de símbolos pertencentes ao alfabeto da lógica proposicional. Este alfabeto é infinito, constituído por:

- Símbolos verdade: verdadeiro (V ou 1) e falso (F ou 0);
- Símbolos proposicionais: P, Q, R, S, P1, P2, P3, etc.;
- Conectivos proposicionais: \neg (não), \vee (ou inclusivo), \wedge (e), \rightarrow (implica ou “se, então”) e \leftrightarrow (equivalência, bi implicação ou “se e somente se”); e
- Símbolos de pontuação: (e).

Nem toda a concatenação é válida, ou seja, pertence à linguagem da lógica proposicional. As fórmulas proposicionais são construídas, a partir do alfabeto proposicional, de acordo com as seguintes regras:

1. Todo símbolo verdade é uma fórmula;
2. Todo símbolo proposicional é uma fórmula;
3. Se P é uma fórmula, então a sua negação ($\neg P$) também é uma fórmula;
4. A concatenação de proposições P e Q pelos conectivos também são fórmulas, exemplos:
 - 4.1. A disjunção de P e Q ($P \vee Q$) também é uma fórmula;

- 4.2. A conjunção de P e Q ($P \wedge Q$) também é uma fórmula;
- 4.3. A implicação de P em Q ($P \rightarrow Q$) também é uma fórmula;
- 4.4. A bi implicação de P e Q ($P \leftrightarrow Q$) também é uma fórmula;

Princípios do Raciocínio Lógico Clássico

1º Princípio da Identidade determina que toda a fórmula é igual a si própria: $(X = X)$; $(A = A)$; 2º Princípio de não Contradição determina que proposições contraditórias não podem ser verdadeiras ao mesmo tempo: (se X for Verdadeiro, $\sim X$ é Falso) e vice-versa; 3º Princípio do terceiro excluído determina que uma proposição ou é verdadeira ou é falsa, não havendo terceira possibilidade ou meio termo: (se X for Verdadeiro, não pode ser simultaneamente falso) e vice-versa.

Lógica Paraconsistente

Os precursores da Lógica Paraconsistente [1] foram o lógico polonês J. Łukasiewicz e o filósofo russo N.A. Vasil'ev. 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'ev 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 de 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

Lógica Paraconsistente Anotada $E\tau$

As lógicas anotadas [1] fazem parte do grupo de lógicas não clássicas, entre elas tem-se a lógica paracompleta e a lógica paraconsistente. A lógica paraconsistente é aquela na qual uma fórmula A e $\neg A$ não pode ser considerados como teoremas, a lógica paracompleta implica que nem toda fórmula pode ser demonstrada a partir de A e $\neg A$. Diz-se que uma lógica é não alética quando ela é ao mesmo tempo paracompleta e paraconsistente. A lógica evidencial é uma lógica não alética adequada para um raciocínio evidencial.

Seja dada uma linguagem L de $E\tau$, constituída de um reticulado $\tau = (\mu, \lambda) \in [0,1] \times [0,1]$ com um operador de ordem \leq que satisfaz a seguinte regra $(\mu_1, \lambda_1) \leq (\mu_2, \lambda_2) \Leftrightarrow \mu_1 \leq \mu_2$ e $\lambda_1 \leq \lambda_2$ Onde $0 \leq \mu, \lambda \leq 1$. Define-se a opção de negação como $\sim (\mu, \lambda) = (\lambda, \mu)$. Assume-se que o elemento máximo é $\top = (1,1)$ e que elemento inferior é $\perp = (0,0)$. Há ainda sobre o reticulado duas operações definidas como menor limite superior \vee e maior limite inferior \wedge .

Em símbolos a lógica $E\tau$:

- 1) Proposições $\rightarrow p, q, r$ possivelmente com índices subscritos
- 2) Constantes de anotação $(\mu_1, \lambda_1), (\mu_2, \lambda_2), \dots \in \tau$
- 3) Conectivos lógicos \vee (conjunção), \wedge (disjunção), \rightarrow (implicação) e \neg (negação)
- 4) Parênteses (e)

As fórmulas de $E\tau$ são definidas a seguir:

- 1) Se p é uma proposição, e dada uma constante de anotação $(\lambda, \mu) \in \tau$, então $p_{(\mu, \lambda)}$ é uma fórmula atômica de $E\tau$.
- 2) Se f é uma fórmula então a negação de f também é uma fórmula.
- 3) Se f e g fórmulas então $f \vee g, f \wedge g, f \rightarrow g$ são fórmulas.
- 4) Dada uma proposição p e uma constante de anotação $(\lambda, \mu) \in \tau$, então a fórmula $\neg^k p_{(\mu, \lambda)}$ é denominado de hyper-literal. Uma fórmula que não seja um hyper-literal é chamada de fórmula complexa

Redes Neurais Artificiais

Um pouco de história

Em 1943, o neurocientista Warren McCulloch e o matemático Walter Pitts propuseram o primeiro modelo [8] para uma estrutura neuronal. Apesar de simples, era capaz de modelar sistemas lineares separáveis, como operadores lógicos AND, OR e NOT. O neurônio receberia uma lista de entradas booleanas (0 ou 1), somaria e depois passar a soma para uma função de disparo que retornaria 1 se a soma exceder o limite e 0 se falhar.

A figura a seguir é um exemplo de como um neurônio seria configurado para computar $x_1 \text{ AND } !x_2$. Fazendo $!x_2$ uma entrada inibitória, existem apenas dois casos possíveis: $x_1 = 0$ e $x_2 = 0$ e $x_1 = 1$ e $x_2 = 0$. Claramente, a expressão só é avaliada como verdadeira se $x_1 = 1$ e, portanto, o caso 2 é o único válido.

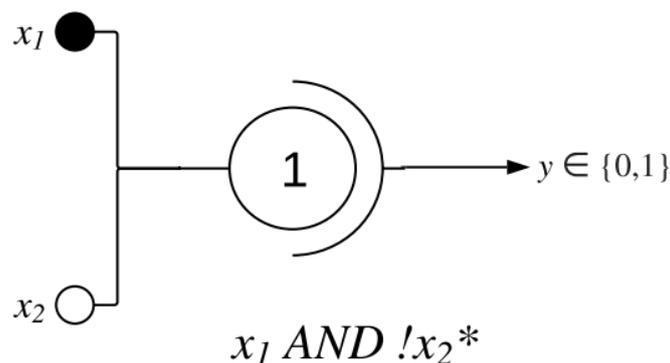


Figura 2 - Modelo Neurônio McCulloch-Pitts 1943 [8]

Redes neurais artificiais são sistemas de processamento de informação formados pela interconexão de unidades simples de processamento, denominadas neurônios artificiais. Os neurônios artificiais recebem essa denominação porque foram originados a partir de um modelo matemático de um neurônio natural.

Modelo do neurônio artificial

A seguir, um exemplo de modelo neurônio artificial (NA) conhecido como perceptron. Este modelo típico é composto por sinais de entrada (x_i) que são multiplicados por pesos (w_i) e somados com as bias (b : viés). O resultado (z) desta soma é aplicado a uma função de ativação (σ) que após o processamento exibe o resultado em sua saída (a).

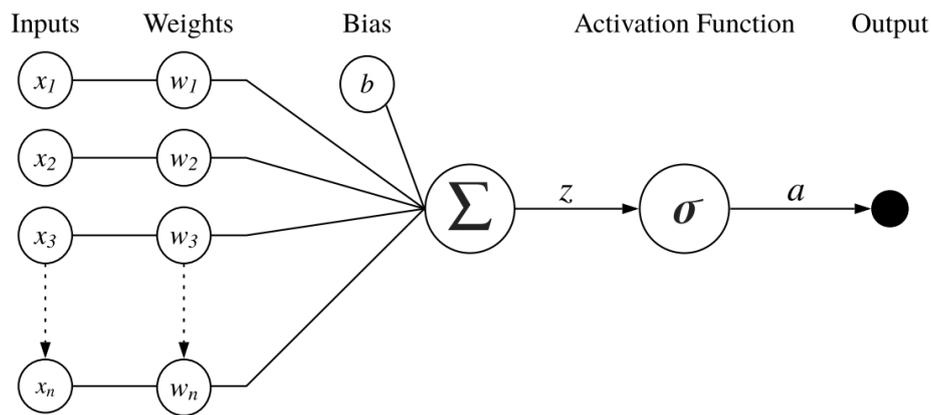


Figura 3 - Modelo Frank Rosenblatt's perceptron [8]

Redes Neurais Artificiais

Um único perceptron só pode produzir 0 ou 1 e assim distinguir entre dois estados. Agrupando-se n neurônios artificiais (NA) em paralelo podem-se distinguir entre n estados. Esse agrupamento de NA em paralelo operando em uma camada, é chamado de rede neural artificial (RNA). Cada entrada é enviada a todos os NA da rede conforme figura a seguir onde cada círculo equivale a um NA.

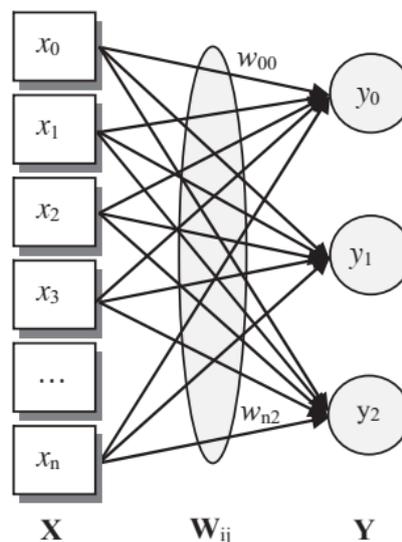


Figura 4 - Rede Neural Artificial de uma Camada [8]

Esta configuração de camada única apresenta uma limitação devida ao fato de que os perceptrons são incapazes de modelar qualquer problema que não fosse linearmente separável. Graças à pesquisa por M. Minsky e S. A. Papert, determinou-se ser impossível modelar problemas não linearmente separáveis com o uso de múltiplas camadas de neurônios, ou camadas “escondidas”. A figura a seguir exibe uma simples RNA de três camadas, sendo uma delas oculta (Hidden).

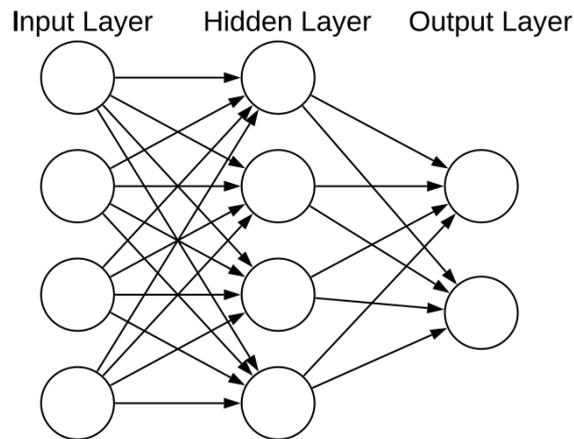


Figura 5 - RNA Multicamada com camada oculta [8]

Machine Learning

Para responder o que é *Machine Learning* (ML - aprendizado de máquina), vamos recorrer aos comentários apresentados por Simeone [6], que faz uma breve introdução ao aprendizado de máquina. Em engenharia quando se deseja criar um processo para um determinado fim, inicia-se com uma análise aprofundada do domínio do problema com o objetivo de construir-se um modelo matemático que capture as principais características do problema em estudo. Este estudo tipicamente envolve vários especialistas e muito esforço até finalizar um modelo que atenda aos objetivos de otimalidade do processo.

O fluxo de projeto de engenharia descrito acima pode ser muito caro e ineficiente para problemas nos quais soluções mais rápidas ou menos caras são desejáveis. Para diminuir o custo uma alternativa é de usar-se uma ML, a qual coleta grandes conjuntos de dados. Embora o fluxo de engenharia padrão dependa do conhecimento de domínio e do design otimizado para o problema em questão, o ML permite que grandes quantidades de dados sejam aplicadas à algoritmos para que se encontrem as soluções. Para este fim, em vez de exigir um modelo preciso da configuração em estudo, o aprendizado de máquina requer a especificação de um objetivo, de um modelo genérico a ser treinado, e de uma técnica de otimização.

Segue-se assim, uma possível definição para o que é aprendizado de máquina, e a descrição de algumas categorias de ML. A *Machine Learning* é o campo de estudo que dá aos computadores a capacidade de aprender sem que ele seja explicitamente programado para desempenhar uma tarefa determinada. Assim são criados algoritmos que após serem treinados ou não em uma determinada tarefa, alteram a sua configuração

para poder desempenhar a tarefa dentro de um desempenho esperado. O ML resolve problemas que não podem ser resolvidos apenas por meios numéricos. Entre os diferentes tipos de tarefas de ML, distinguem-se a aprendizagem supervisionada e a não supervisionada: ML supervisionado: O programa é “treinado” em um conjunto predefinido de “exemplos de treinamento”, o que facilita sua capacidade de chegar a uma conclusão precisa quando receber novos dados. ML não supervisionado: o programa recebe um monte de dados e precisa encontrar padrões e relacionamentos neles.

Deep Learning

POUYANFA [4] explana que uma *Deep Learning* (DL - rede neural profunda) é um tipo ML, baseada em redes neurais artificiais (RNA). Uma DL é uma rede neural artificial com várias camadas de neurônios intermediárias entre a entrada e a saída. Estas camadas intermediárias são denominadas de camadas ocultas. Cada camada representa um nível mais profundo de conhecimento, ou seja, a hierarquia do conhecimento. Uma rede neural com quatro camadas aprenderá uma característica mais complexa do que com duas camadas

A aprendizagem ocorre em duas fases. A primeira fase consiste em aplicar uma transformação não linear da entrada e criar um modelo estatístico como saída. A segunda fase visa melhorar o modelo com um método matemático conhecido como derivado. A rede neural repete essas duas fases centenas a milhares de vezes até atingir um nível de precisão tolerável. A repetição dessas duas fases é chamada de iteração.

Alguns Tipos de Redes Neurais Artificiais

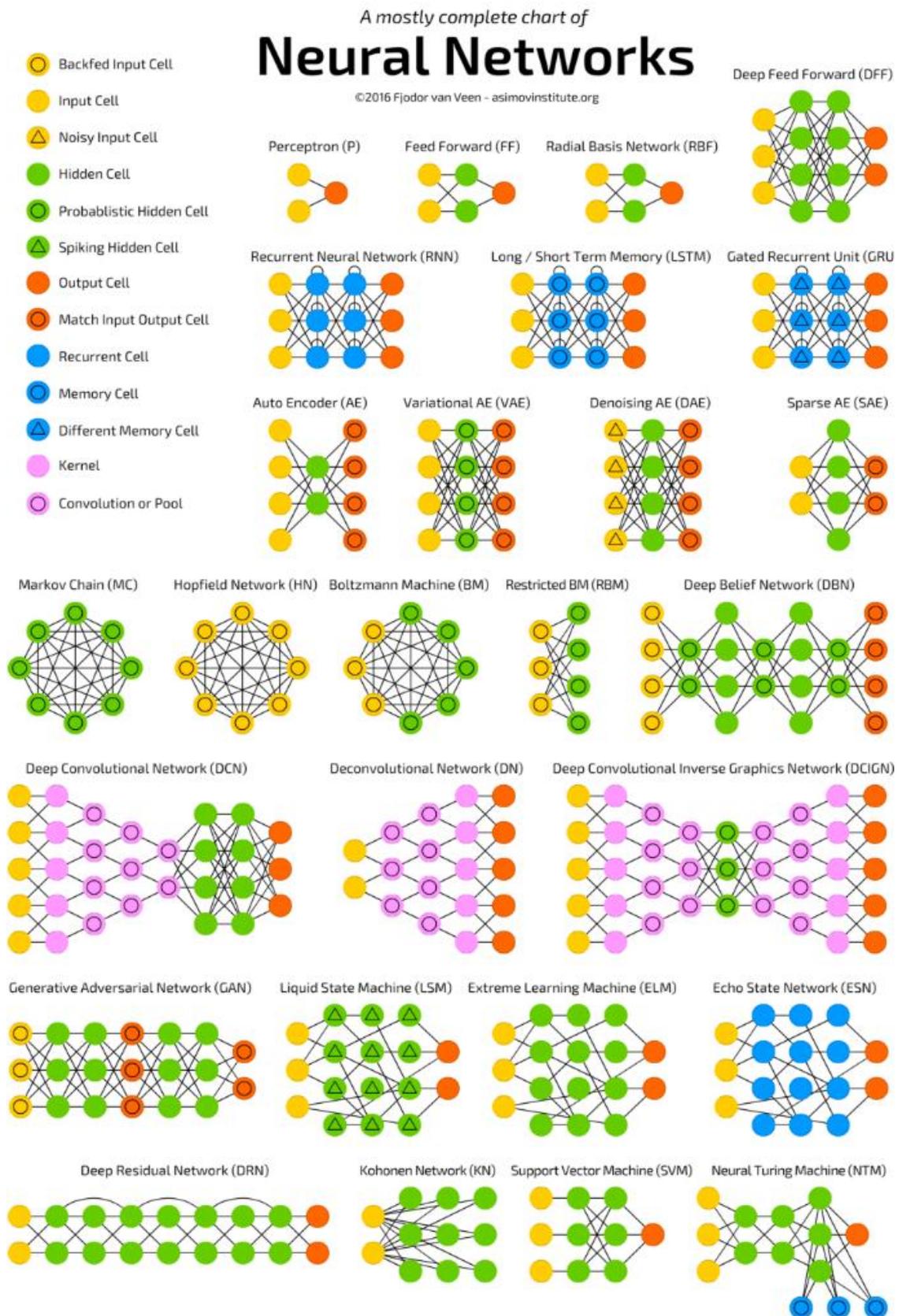


Figura 6 - Alguns tipos de Arquiteturas de Redes Neurais Artificiais [9]

Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes

Trata-se de uma introdução ao tema, realizando um resumo do trabalho já desenvolvido [3].

Componentes Neurais Artificiais Paraconsistentes

No trabalho realizado no livro de inteligência artificial [3] dos professores João Inácio, Jair Minoro Abe e Germano Lambert Torres, usou-se o nome de célula neural artificial paraconsistente, neste preferiu-se adotar o nome de componente ao invés de célula, pois célula possui uma ligação mais forte com a Biologia, enquanto a palavra componente é mais próximo do contexto de *software*, que no caso é de fato um componente de *software* que fará parte de um modelo de neurônio artificial paraconsistente. Até o presente momento, as famílias de componentes têm como base o componente neural artificial paraconsistente padrão (CNAPp), a seguir explanado.

Componente Neural Artificial Paraconsistente Padrão

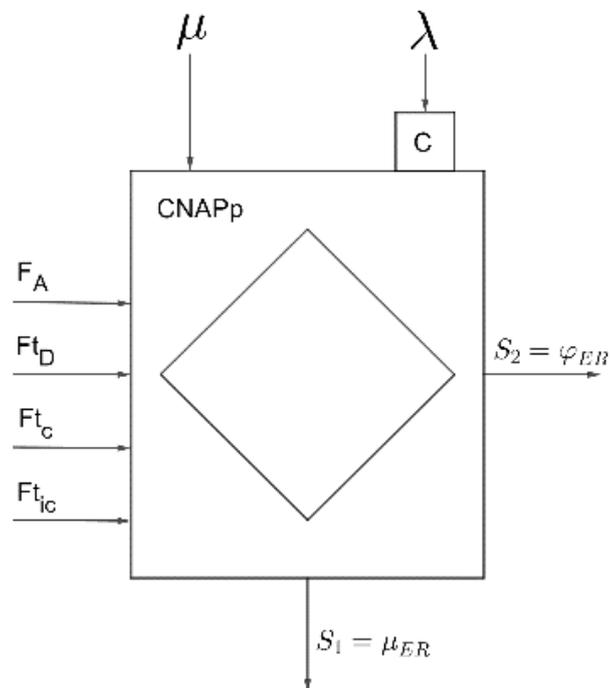


Figura 7 - Componente Neural Artificial Paraconsistente padrão (CNAPp) [3]

Este componente realiza a análise paraconsistente por meio do seguinte algoritmo conhecido pelo nome de algoritmo para-analisador.

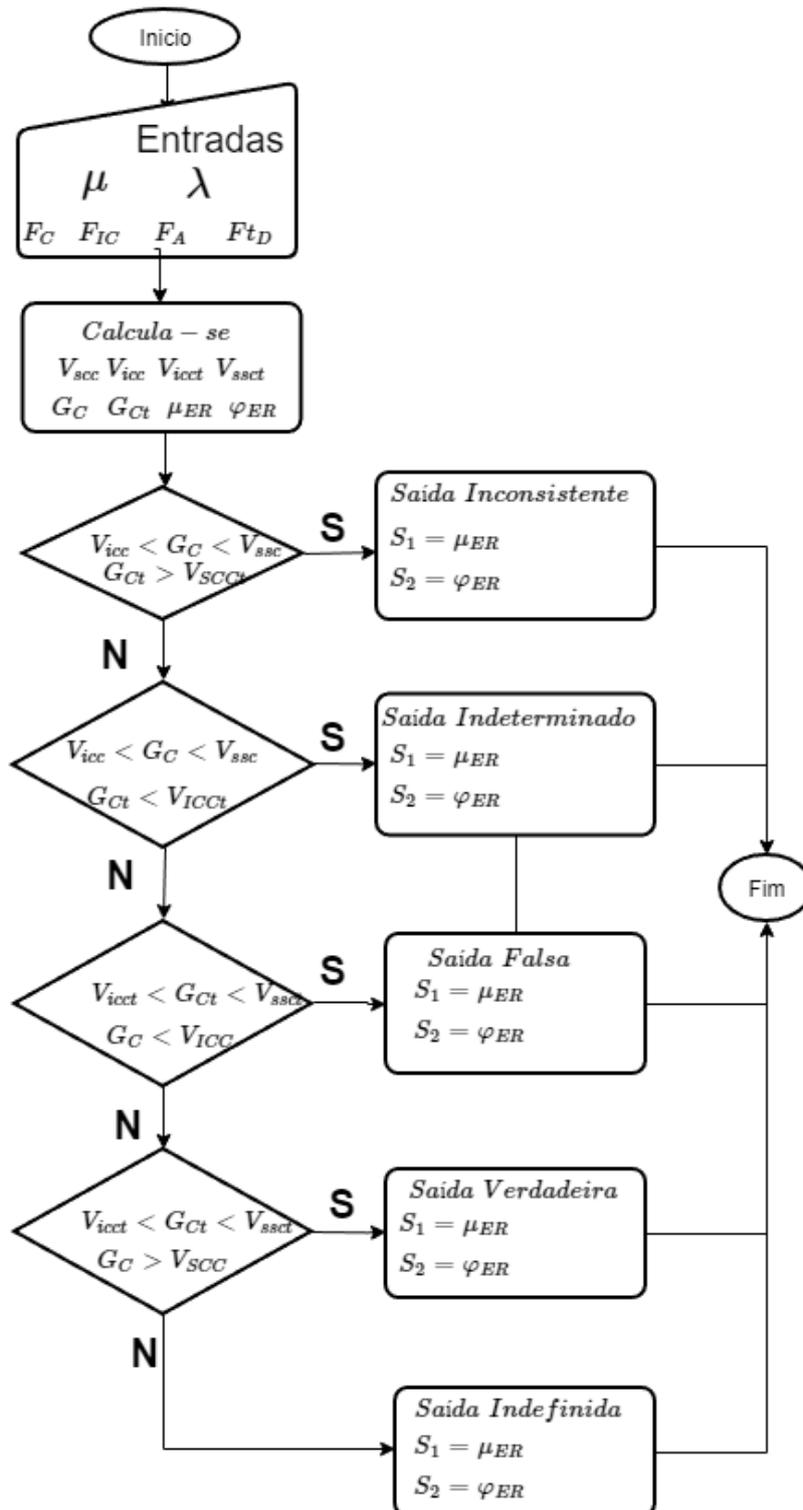


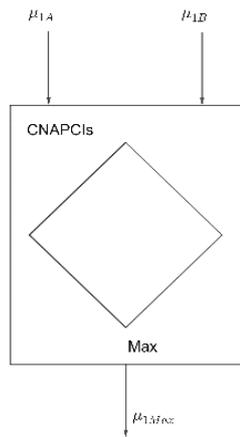
Figura 8 - Algoritmo Para-Analisador [3], adaptado

Famílias de Componentes Neurais Artificiais Paraconsistentes

Com base no CNApp, construíram-se as famílias de componentes a seguir tabeladas:

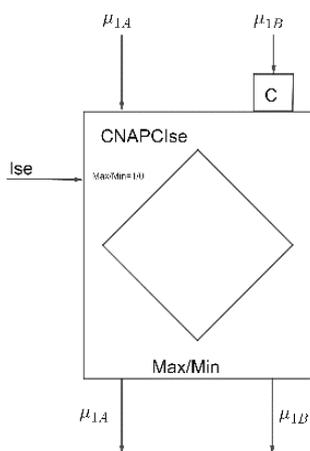
Tabela 1 - Famílias de Componentes Neurais Artificiais Paraconsistentes

Símbolo	Descrição
	<p>Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente Analítica (CNAPa).</p> <p>Esta célula analisa as evidências de entrada e as converte em uma resultante única controlada pelos fatores de tolerância.</p>
	<p>Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente de Aprendizagem (CNAPap).</p> <p>Este componente é muito semelhante ao CNAPa, onde a saída é conectada à entrada complementada.</p>
	<p>Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente de Analítica Real (CNAPar).</p> <p>Este componente apresenta na saída o a evidência resultante real.</p>



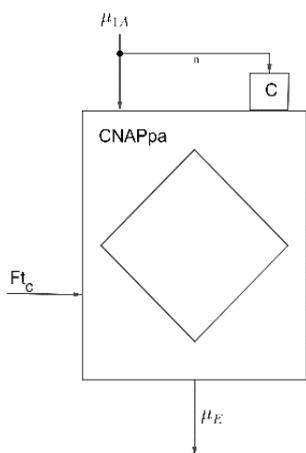
Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente de Conexão Lógica Simples (CNAPCI).

Este componente tem por função estabelecer os conectivos lógicos entre as evidências de entrada.



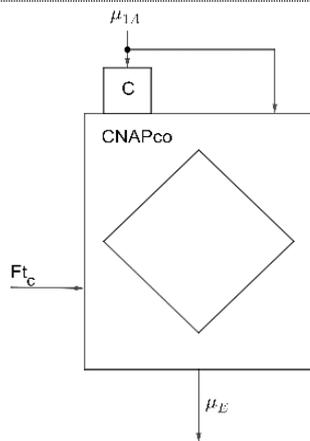
Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente de Conexão Lógica Seletiva (CNAPCIse).

Este componente tem por função estabelecer as funções de maximização ou minimização entre as evidências de entrada, deixando passar apenas uma evidencia e anulando a outra com o valor 0,5 na saída.



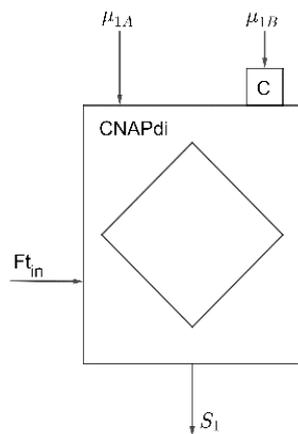
Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente Passagem (CNAPpa).

Este componente tem por função estabelecer as funções de maximização ou minimização entre as evidências de entrada, deixando passar apenas uma evidencia e anulando a outra com o valor 0,5 na saída.



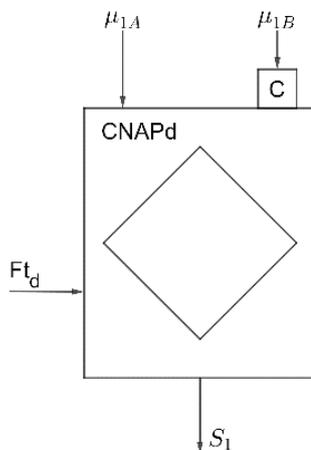
Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente de Complementação (CNAPco).

Este componente tem por função complementar a evidência favorável sendo tendo os limites controlados pelo fator de tolerância.



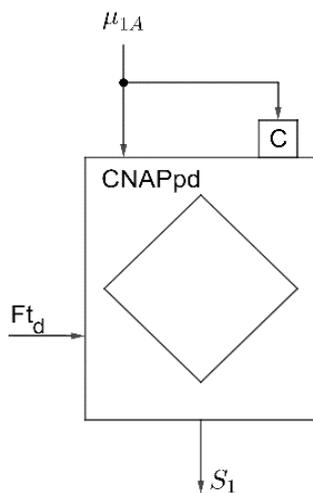
Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente de Detecção de Igualdade (CNAPdi).

Este componente tem por função comparar as duas evidências de entrada sinalizando o quanto os sinais são parecidos usando o fator de contradição.



Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente de Decisão (CNAPd).

Este componente analisa as evidências de entrada coloca na saída três possíveis resultados V, F ou Indefinido (1,0,0.5).



Nome: Componente Neural Artificial Paraconsistente de Passagem e Decisão (CNAPpd).

Este componente analisa as evidências de entrada coloca na saída dois possíveis resultados V ou Indefinido (1,0.5).

Unidades Neurais Artificiais Paraconsistentes

Munidos dos componentes neurais artificiais paraconsistentes pode-se construir as unidades neurais artificiais paraconsistentes. A interligação entre os componentes serão os formadores dos neurônios paraconsistentes.

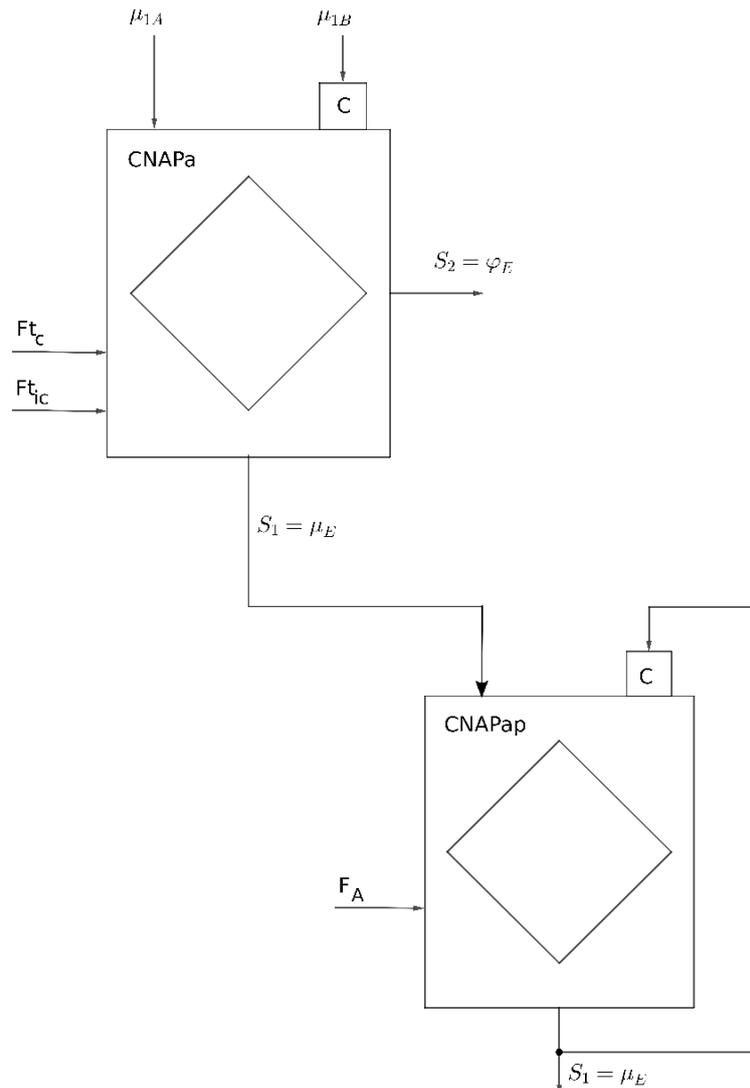


Figura 9 - Um modelo de Paraperceptron Típico [3]

Sistemas Neurais Artificiais Paraconsistentes

Os sistemas neurais artificiais paraconsistentes (SNAP) [3] são módulos configurados exclusivamente por unidades neurais artificiais paraconsistentes (UNAP). Podem ser construídos vários sistemas, a seguir apresentam-se dois exemplos:

Seguem-se dois tipos de SNAP:

a) Sistema neural artificial paraconsistente de aprendizado condicionado (SNAPac) [3]

Este sistema é configurado para processar sinais conforme as leis de aprendizado de Hebb.

b) Sistema neural artificial paraconsistente de tratamento de contradições (SNAPtc) [3]

Este sistema promove o tratamento de contradições entre sinais com base nos conceitos da lógica paraconsistente anotada.

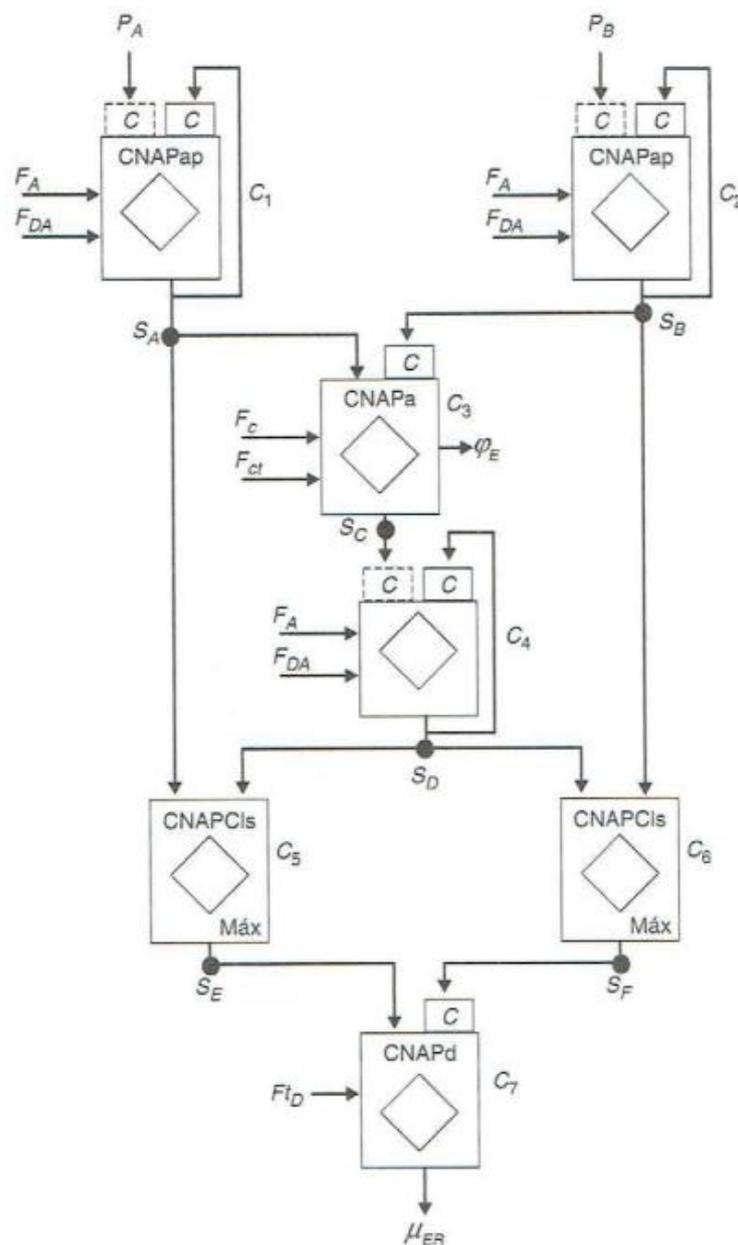


Figura 10 - SNAPac [3]

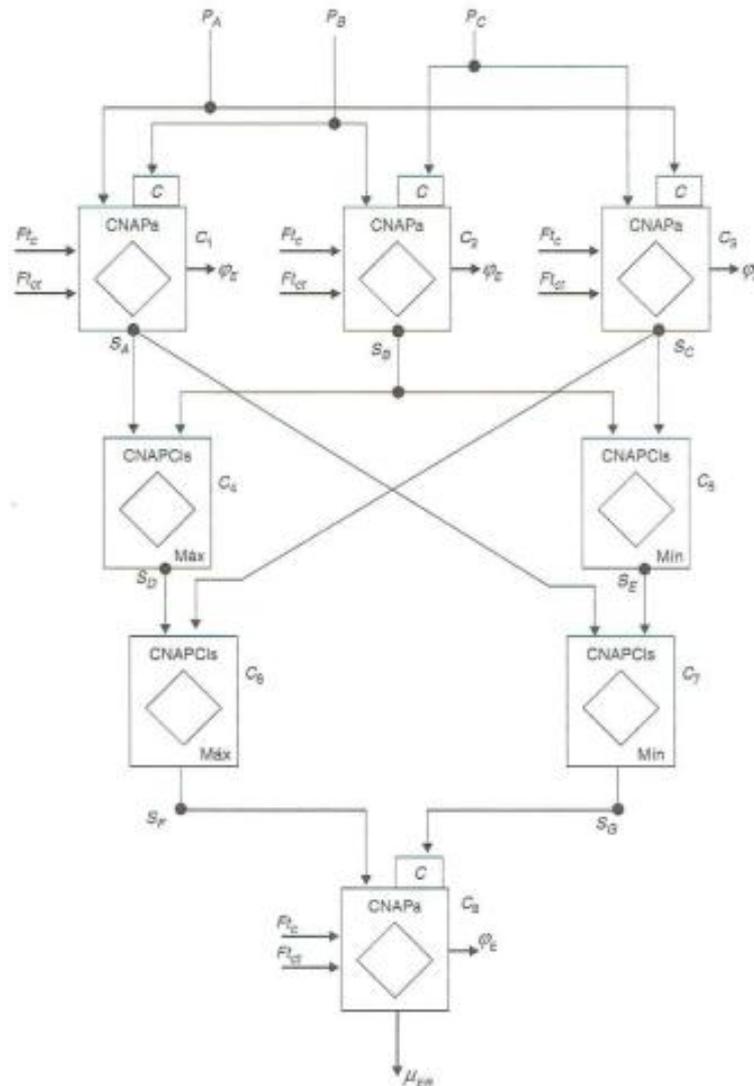


Figura 11 - SNAPtc [3]

Proposta de Arquitetura de Rede Neural Paraconsistente

No trabalho realizado pelos professores João Inácio, Abe e Germano [3] foi proposta uma arquitetura de RNAP composta de quatro tipo de módulos, três dispostos paralelamente para apreender, comparar e analisar e um de raciocínio para controlar a rede. Nesta arquitetura, tem-se fatias em paralelo que recebem simultaneamente os padrões de entrada, cada fatia pode ser composta por SNAP diferentes.

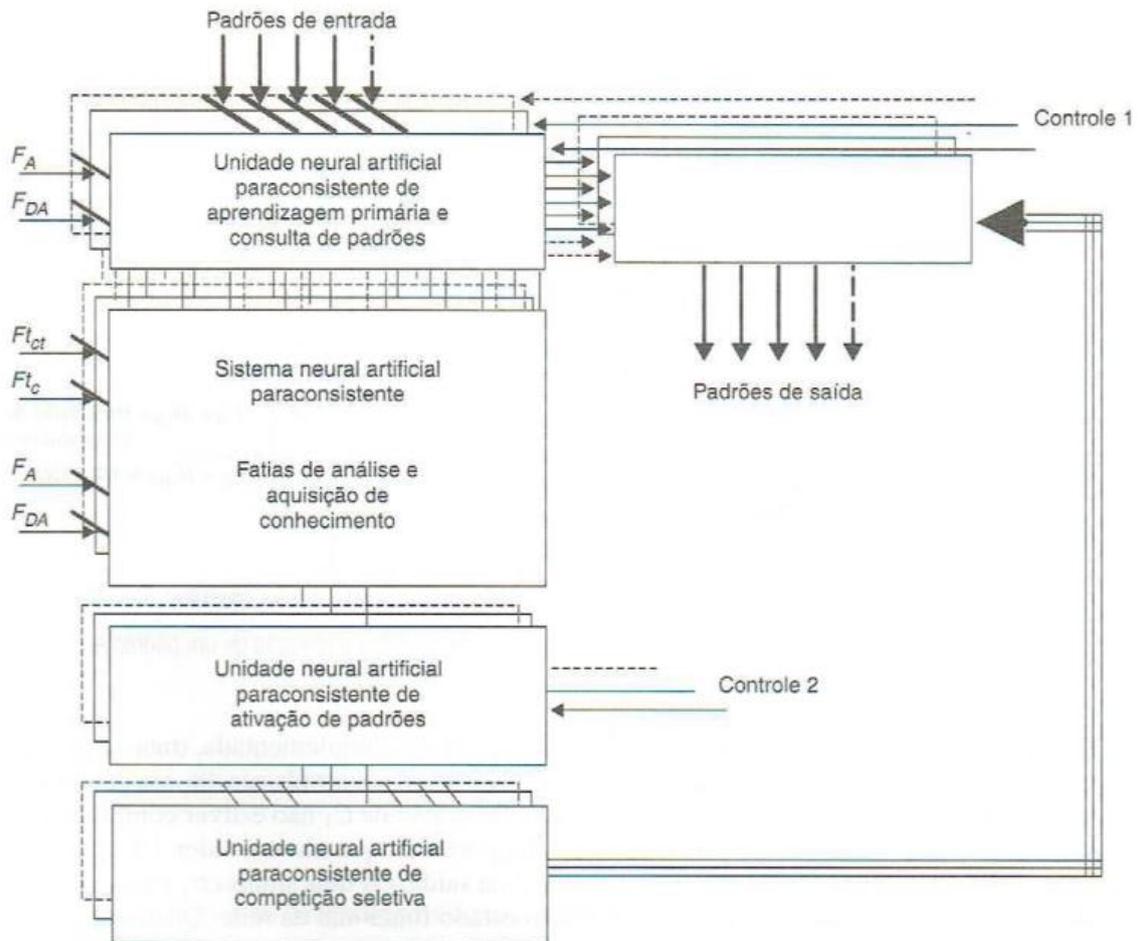


Figura 12 - Uma Proposta de Arquitetura RNAP [3]

Um exemplo já construído com a arquitetura proposta

A figura a seguir é um modelo de exemplo usado para um sistema paraconsistente de reconhecimento de caracteres de fonte única (SPRC1) [3]

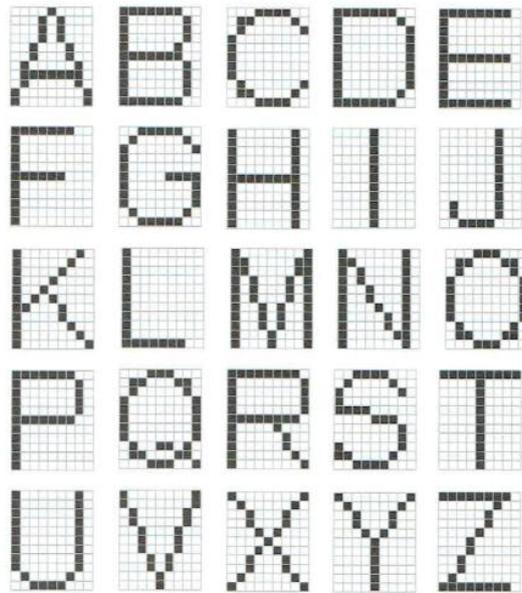


Figura 13 - Exemplo Alfabeto Fonte Única [3]

Deep Learning Paraconsistente

Uma *Deep Learning Paraconsistente* (DLP) é uma rede neural artificial profunda (RNAP) onde os neurônios artificiais são neurônios artificiais paraconsistentes (NAP). Os NAP são construídos com unidades neurais paraconsistentes de diversas famílias. Estas famílias de unidades possuem variações do algoritmo de análise paraconsistente. Cada unidade tem características próprias. A figura a seguir representa a unidade paraconsistente padrão e é sobre ela que as demais são construídas.

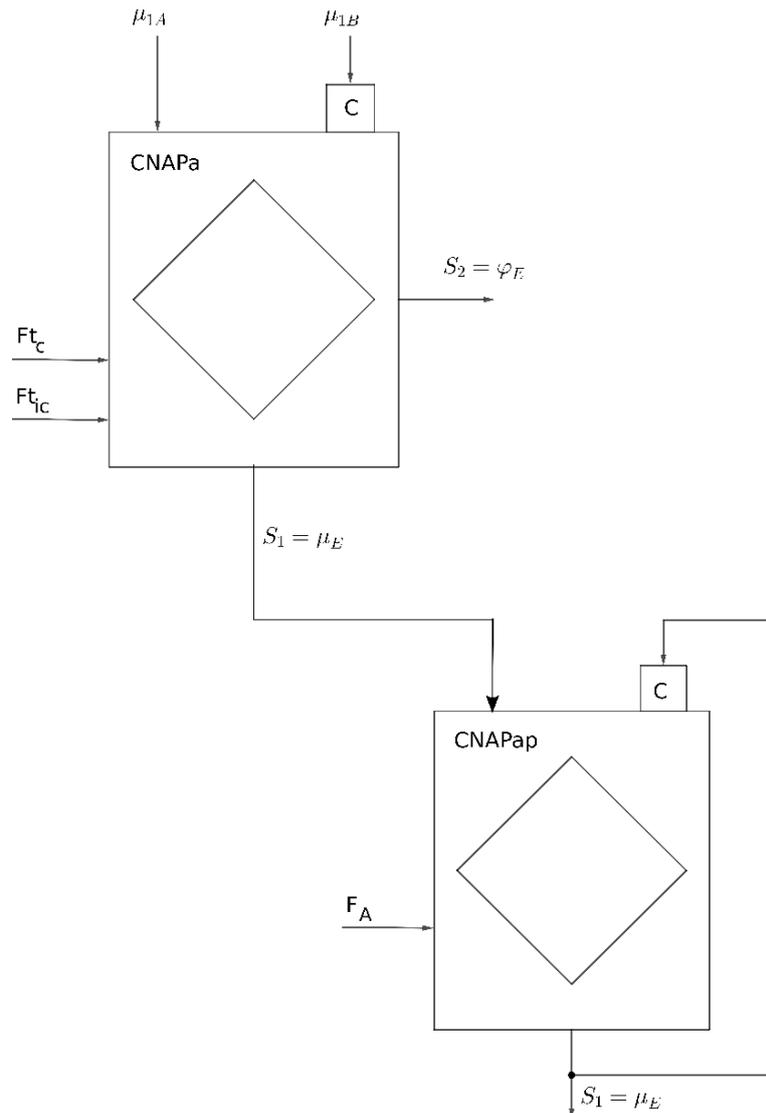


Figura 14 - Um modelo de Paraperceptron Típico [3]

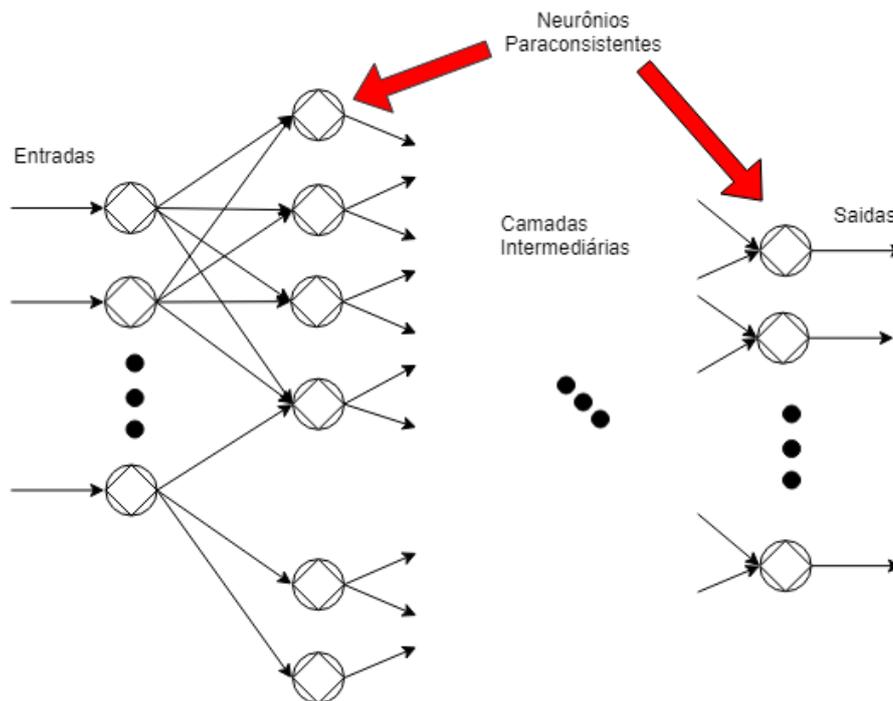


Figura 15 - Esquema de Uma DLP, Autor

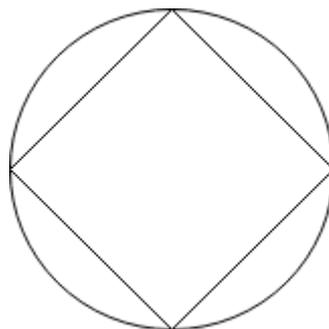


Figura 16 - Símbolo Neurônio Paraconsistente, Autor

Referências

[1] ABE, Jair M.; AKAMA, Seiki; NAKAMATSU, Kazumi. **Introduction to annotated logics**. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2015. (Reference Library).

[2] AKAMA, Seiki; ABE, Jair Minoro; NAKAMATSU, Kazumi. **Evidential Reasoning in Annotated Logics**. In: 2015 IIAI 4th International Congress on Advanced Applied Informatics. Okayama, Japan: IEEE, 2015, p. 28–33. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7373871/>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

[3] FILHO, João Inácio da Silva; ABE, J. M.; TORRES, Germano Lambert. **Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes**. 1. ed. Rio de Janeiro RJ Brasil: LTC - Livros Técnicos e Científicos S. A., 2008.

[4] POUYANFAR, Samira; SADIQ, Saad; YAN, Yilin; et al. **A Survey on Deep Learning: Algorithms, Techniques, and Applications**. *ACM Computing Surveys*, v. 51, n. 5, p. 1–36, 2018. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3271482.3234150>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

[5] ROSZAK, M.; TKACZYK, St. **Chosen aspects of evaluation of productive processes on the example of productive chains of sections type V29**. *Journal of Materials Processing Technology*, v. 162–163, p. 770–776, 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924013605002712>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

[6] SIMEONE, Osvaldo. **A Brief Introduction to Machine Learning for Engineers. Foundations and Trends® in Signal Processing**, v. 12, n. 3–4, p. 200–431, 2018. Disponível em: <<http://www.nowpublishers.com/article/Details/SIG-102>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

[7] WANG, Yingxu; LEUNG, Henry; GAVRILOVA, Marina; et al. **A Survey and Formal Analyses on Sequence Learning Methodologies and Deep Neural Networks**. In: 2018 IEEE 17th International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI*CC). Berkeley, CA: IEEE, 2018, p. 6–15. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8482022/>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

[8] WOODS, Isaac William; ROBERTS, Karsten Hintz; RACINE, Ryan Kenneth. **Neural Network**. p. 28.

[9] KOJOUHAROV, S. **Cheat Sheets for AI, Neural Networks, Machine Learning, Deep Learning & Big Data**. *Medium*, 21-jan-2019. [Online]. Disponível em: <https://becominghuman.ai/cheat-sheets-for-ai-neural-networks-machine-learning-deep-learning-big-data-678c51b4b463>. [Acessado: 10-mai-2019]

ANÁLISE DE IMAGEM PARA IDENTIFICAÇÃO DE MELANOMA COM LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$

Luiz A.de Lima, Jair M. Abe, Liliam Sakamoto, Ricardo E. de Almeida
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
luiz@wcisp.com.br, jairabe@uol.com.br, liliam.sakamoto@gmail.com,
rievan2507@gmail.com

Resumo

A proposta diz respeito ao reconhecimento de imagens com possíveis doenças em lesões de pele. No Brasil, em todos os diagnósticos relacionados a doenças de pele, 33% dos cânceres de pele são identificados pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA) [8], uma vez que 180 mil novos casos são registrados a cada ano. Em vista desse cenário brasileiro, propõe-se a criação de Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes baseadas em técnicas de inteligência artificial [7], com o uso computacional do algoritmo chamado de Para-analyzer [1], a fim de treinar na identificação de câncer de pele do tipo melanoma para apoio no diagnóstico por especialistas. Dessa forma, observando a necessidade de detecção preventiva do câncer de pele (melanoma), desenvolveu-se a análise de imagens suspeitas, que foram transformadas em histogramas coloridos e monocromáticos como apoio na identificação da doença baseado em Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$. Foram avaliadas figuras saudáveis e doentes cujos testes identificaram que a utilização dessa aplicação ajuda a efetivação de uma triagem para o diagnóstico minimizando o risco de mortalidade.

Palavras-chave: Análise de Imagem, Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes.

Abstract

The proposal concerns the recognition of images with possible diseases in skin lesions. In Brazil, in all skin-related diagnoses, 33% of skin cancers are identified by the National Cancer Institute (INCA) [8], as 180,000 new cases are registered each year. In view of these Brazilian scenario, it is proposed to create Paraconsistent Artificial Neural Networks based on artificial intelligence techniques [7], with the computational use of

the algorithm called Para-analyzer [1], in order to train in the identification of melanoma-type skin cancer for expert diagnosis support. Thus, observing the need for preventive detection of Skin Cancer (melanoma), developed the analysis of suspicious images, which were transformed into color and monochrome histograms to support the identification of the disease based on Evidence Annotated Paraconsistent Logic $E\tau$. Healthy and ill figures whose tests identified that the use of this application helps to perform a screening for the diagnosis minimizing the risk of mortality were evaluated.

Keywords: Image Analysis, Evidence Annotated Paraconsistent Logic $E\tau$, Paraconsistent Artificial Neural Networks.

Introdução

Este estudo baseia-se na avaliação de fotos de situações com suspeita e outras de comprovação do câncer de pele, onde cada uma delas é transformada em histogramas detalhando o nível de pixels, ou seja, a quantidade da tonalidade. Baseou-se no teste ABCDE em que a imagem digitalizada passa por uma transformação para um histograma e também retorna dados para serem tratados. Esta regra reconhecida pela Sociedade Brasileira de Dermatologia e a American Cancer Society como sendo um guia para a identificação de sinais sugestivos do melanoma. Cada uma das fotos é transformada em histograma colorido e estes dados fornecem os dados referentes em quantidade de pixels das tonalidades. Estas informações foram utilizadas como entradas transformando as imagens em indicadores quantitativos para serem utilizadas nas entradas Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ com as variáveis μ (grau de evidência favorável) e λ (grau de evidência desfavorável) [1].

Existe uma relação entre causa e efeito que é a consequência do risco. Um certo risco pode ocorrer devido a uma determinada situação que apresentará uma suposta consequência. Por isso, um diagnóstico assertivo e precoce pode salvar vidas.

Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$

Através da Lógica Paraconsistente Evidencial, que como explicado por Abe [1], recebe duas proposições atômicas (μ grau de evidência favorável e λ grau evidência desfavorável) e as suas linguagens é $E\tau$ [2].

A Lógica Paraconsistente permite contradições nas teorias baseadas nelas, sem trivializá-las. Lógicas anotadas constituem uma classe de Lógica Paraconsistente. A lógica Et possui também a virtude de lidar com a imprecisão. Um especialista no assunto abordado apresenta sua opinião qualitativa de 0,0 a 1,0. Esses valores são a evidência favorável, expressa por μ , e a evidência desfavorável, expressa por λ , respectivamente. A linguagem de Et tem como proposições atômicas do tipo $p(\mu, \lambda)$, onde p é uma proposição no sentido usual e $\mu, \lambda \in [0, 1]$ (intervalo fechado unitário real). Intuitivamente, μ indica o grau de evidência favorável expresso por p e λ o grau de evidência contrário expresso por p . A leitura dos valores de μ, λ depende das aplicações.

Deep Learning

Deep Learning constitui uma área de aprendizado de máquina que utiliza um conjunto de algoritmos para modelar abstrações de alto nível de dados usando estruturas de grafo estruturado em várias camadas de processamento, compostas de transformações lineares e não lineares. Ele abrange métodos de aprendizado de máquina que utiliza a aprendizagem com representações de dados. Pode-se considerar por exemplo, uma imagem, sendo que esta pode ser representada de várias formas, como um vetor de valores de intensidade por pixel, um histograma a partir dele, de uma forma mais abstrata em um conjunto de arestas, ou regiões com um formato particular.

Algumas representações são melhores que outras, pois simplificam a tarefa de aprendizagem no caso do reconhecimento facial. Outra expectativa do *Deep Learning* é a substituição de características feitas manualmente por algoritmos com características supervisionadas ou semisupervisionadas, bem como a análise estruturada destas. Quando se abordam as pesquisas nesta área existem pesquisas que criam modelos de aprendizagem, por meio de representações de dados em grande escala. Sendo que estas representações se baseiam nos estudos da neurociência e interpretação do processamento de informações, tal qual como ocorre em um sistema nervoso, onde a codificação neural define os estímulos e as respostas neurais de um cérebro.

A arquitetura do *Deep Learning* ou aprendizagem profunda pode ser verificada em forma de redes neurais recorrentes e nas redes neurais profundas convolucionais, assim estas são aplicadas para áreas de identificação de imagem, reconhecimento de fala e áudio, processamento de linguagem natural e também em bioinformática. O *Deep*

Learning é uma expressão nova e foca na caracterização de redes neurais, mas seu conceito é da década de 80. Rina Dechter criou os conceitos de *Deep Learning* onde se caracterizou a classe de algoritmos de aprendizagem, ou seja, *Machine Learning* com a utilização de diversas camadas de unidades de processamento, sendo que cada camada usa a saída de uma camada anterior como se fosse uma nova entrada. Em cada um desses níveis pode ser supervisionado ou não supervisionado [5].

A análise de padrões é a denominação para não supervisionada e na análise referente a classificações é intitulada como supervisionada. A aprendizagem supervisionada é baseada em vários níveis de características ou representações dos dados. Cada uma dessas características que estão em um nível superior existe a derivação de outras que vem do nível inferior, esta estrutura fica mais visível se utilizar uma representação hierárquica.

Ao abordar *Machine Learning* ou aprendizagem de máquina, em um conceito mais amplo, este pode ser representado por uma forma de representação de dados que aprendem vários níveis de subseqüentes que correspondem às diferentes camadas de representação, ou diferentes níveis hierárquicos, sendo que cada um pode apresentar conceitos específicos.

Dois pontos em comum que as definições possuem:

- Várias camadas e unidades de processamento não linear;
- A aprendizagem ou representação supervisionada ou não supervisionada das características de cada camada formam uma hierarquia das camadas inferiores em conjunto com as superiores, como se fosse uma rede.

O detalhe da composição de uma camada de unidades de processamento não linear quando utilizada em um algoritmo de *Deep Learning* depende do problema que deve ser resolvido. As camadas utilizadas em um modelo de *Deep Learning* podem incluir camadas ocultas de uma rede neural artificial e conjuntos de fórmulas proposicionais, que podem mesclar vários tipos de lógica tanto as clássicas, como as não clássicas. Nessas fórmulas podem existir variáveis latentes organizadas em camadas em modelos de *Deep Learning*, tais como os nós de uma rede compostos cada por um tipo de *Machine Learning*.

Rina Dechter aprofundou-se ainda em redes de restrição que provaram ser bem-sucedidas na modelagem de tarefas cognitivas, na compreensão da linguagem,

raciocínio padrão, bem como tarefas especializadas de raciocínio, incluindo diagnóstico, *design* e dados temporais, além do raciocínio espacial [5].

No paradigma da restrição uma generalização lógica proposicional é considerada, em que variáveis recebem valores de um conjunto com qualquer número de elementos não apenas verdadeiro e falso, ou seja, cria uma flexibilidade no número valores para atingir com facilidade e com maior naturalidade problemas tais qual fosse o pensamento humano. Este tipo de estudo vai ao encontro da aplicação das lógicas não clássicas, como da Lógica Paraconsistente [6].

Redes Convolucionais

As convoluções são operadores lineares que calculam a soma do produto de duas funções, em imagens é possível aplicar esses operadores as converte em histogramas onde o eixo x representa um pixel da imagem e o eixo y representa o valor do pixel, em seguida, o atributo valor do pixel é normalizado, por fim, escolhe-se uma função e aplica-se a convolução entre essa função e o histograma normalizado da imagem. O resultado é um novo histograma.

As redes convolucionais são conhecidas como redes neurais convencionais para processamento de dados que possui uma topologia conhecida como grade. Esta rede indica o emprego de uma operação matemática chamada convolução, que é um tipo especializado de operação linear. Estas redes neurais usam a convolução no lugar da multiplicação geral da matriz em pelo menos em uma de suas camadas.

Tratamento de Imagens

O histograma consiste em uma forma gráfica de organizar dados. Geralmente a visualização destes gráficos é com colunas, mas também podem ser representados pela topologia dessas colunas de modo a deixar mais claro o gráfico. De modo muito prático é possível transformar uma imagem em um histograma, são atribuídas variáveis aos eixos x e y os atributos valor do pixel e quantidade do pixel respectivamente. Em imagens coloridas os histogramas são constituídos por três camadas, da qual cada uma delas representa uma cor primária RGB (*red, green and blue*), já em imagens cinzas o histograma gerado contém apenas uma camada e embora seja resultado de imagens mais simples do que as coloridas, a usabilidade de histogramas de imagens cinzas são de grande valor na visão computacional porque em muitos casos as principais

características que definem um objeto não estão na sua cor mas na sua forma e textura, desse modo, pode-se economizar tempo de processamento analisando imagens cinzas.

Em termos de otimização uma das técnicas mais bem-sucedidas da atualidade em visão computacional são as redes neurais convolucionais. O motivo de seu sucesso vem do fato de reduzir o tamanho das imagens originais de modo a tentar manter apenas as características mais importantes das imagens, o resultado disso é um histograma mais rico e menor que pode ser usado junto as redes neurais artificiais para a otimização no aprendizado de máquina e na detecção de objetos.

Programa em Python

A seguir o programa em Python que foi utilizado para a extração dos histogramas:

- Para imagem gerar o Histograma Colorido (Fonte: Autores):

```
# Gera um histograma de imagens coloridas (RGB)
import cv2
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt

img = cv2.imread('imagem.jpg')
color = ('b','g','r')
for i,col in enumerate(color):
    histo = cv2.calcHist([img],[i],None,[256],[0,256])
    plt.plot(histo,color = col)
    plt.xlim([0,256])
plt.show()
```

- Para imagem gerar o Histograma Monocromático (Fonte: Autores):

```
# Gera um histograma de imagens cinzas
import cv2
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt

img = cv2.imread('mel01.jpg',0)
plt.hist(img.ravel(),256,[0,256],color = 'gray')
plt.title('Histograma da Fig1 cinza')
plt.show()
```

Câncer de Pele

O câncer de pele é o tipo de maior incidência no Mundo e no Brasil. O diagnóstico precoce ajuda a prevenir e evitar situações de mortalidade. O câncer de pele surge quando as células se multiplicam indiscriminadamente, sendo classificado de duas formas: de melanoma e não melanoma, mas de tumores malignos.

O câncer de pele melanoma pode se manifestar em qualquer parte do corpo, na pele ou mucosas, em forma de sinais, pintas ou manchas. Em pessoas que possuem pele negra, aparece nas áreas claras desses indivíduos, ou seja, nas palmas das mãos e plantas dos pés. Existe para identificação desse tipo de câncer, que se denomina Melanoma um teste denominado ABCDE para a detecção.



Figura 1 - Teste ABCDE [9]

Conforme o teste, a letra A está ligada à característica da Assimetria, onde a análise do sinal suspeito de melanoma se apresenta metade dele com formato diferente da outra metade. A letra B refere-se à característica de Bordas irregulares, na qual uma identificação de doença se apresenta onde existe um contorno mal definido. Na letra C deve-se à característica da cor ser variável e a detecção da doença refere-se a uma lesão de cor mais diferenciada, como: preta, castanha, avermelhada, azul ou branca. Para a análise de letra D a característica analisada é o diâmetro, onde a situação de doença está ligada a um sinal maior que 6mm. Já sobre a letra E, a característica da Evolução da mudança observada nas características de tamanho, forma ou cor.

Transformação das imagens em histogramas

Fase 1: Coleta de Imagens com Melanoma

Foram selecionadas amostras de imagens de peles com melanoma e delas foram gerados para cada foto um histograma colorido e outro monocromático. Dos gráficos gerados o eixo x se refere ao valor dos pixels e o eixo y à quantidade de pixels de um determinado valor, que determinam respectivamente o grau de evidência favorável (μ) e o grau de evidência desfavorável (λ).

Proposição	Fator 01	Variáveis μ, λ
Esta imagem identifica um câncer de pele tipo melanoma?	Esta foto apresenta a Característica tipo C, ou seja, Cor conforme o teste ABCDE?	μ Evidência Favorável (dados dos resumos dos pixels em conjunto para histogramas coloridos e monocromáticos) λ Evidência Desfavorável (dados dos resumos dos pixels em conjunto para histogramas coloridos e monocromáticos)

Histogramas de Imagens com Melanoma (Mel)

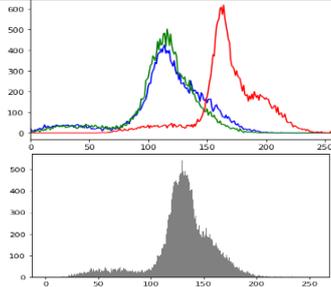
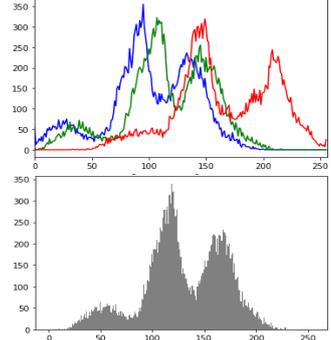
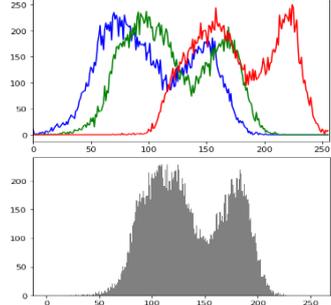
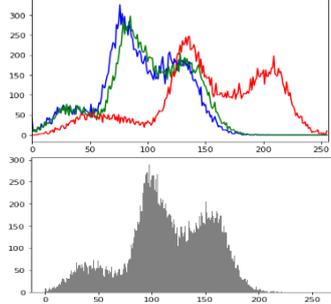
Uma série (0-255) de histograma extraída da imagem (Mel10) de peles com melanoma para análise representa as cores (RGB- colorido e PB- preto e branco)

nomeFigura	B	G	R	PB
mel10	6	68	171	60
mel10	1	18	26	12
mel10	7	26	17	18
mel10	3	35	30	18
mel10	5	29	30	24
mel10	14	23	35	23
mel10	11	30	39	27
mel10	15	36	33	40
mel10	11	41	27	32
mel10	18	31	39	38
mel10	10	41	26	26
mel10	25	45	32	32
mel10	34	48	33	30
mel10	21	41	37	30
mel10	34	47	42	44
mel10	26	41	35	49
mel10	26	42	47	53
mel10	29	44	33	48
mel10	33	51	37	40
mel10	45	53	37	51
mel10	52	41	51	29

Figura 2 - Tabela de Série de 0-255 da Cores, Autor

Cada imagem com seu respectivo histograma juntamente com a anotação da Lógica Paraconsistente: Evidência Favorável e Desfavorável.

Tabela 1 - Análise de imagens com melanoma

Imagem	Histograma	Evidência Favorável (μ)	Evidência Desfavorável (λ)
 Imagem - Mel10		1,00	0,35
 Imagem - Mel11		1,0	0,22
 Imagem - Mel12		0,2	0,10
 Imagem - Mel13		0,97	0,0

A imagem analisada em primeiro lugar foi a Mel10 conforme detalhe abaixo:



Figura 3 - Foto Mel10

O primeiro lugar foi gerado gráfico do histograma colorido da Mel10 conforme detalhe abaixo:

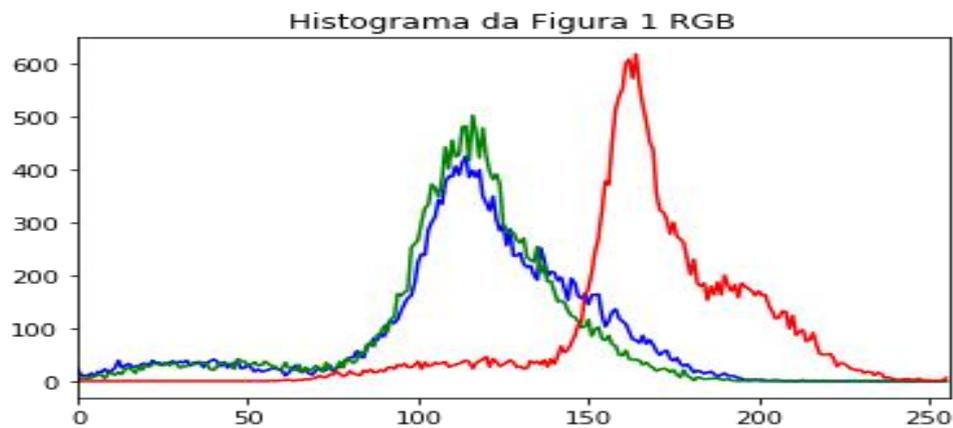


Figura 4 - Gráfico da Foto Mel10 RGB

Geração do histograma monocromático da Mel10 conforme detalhe abaixo:

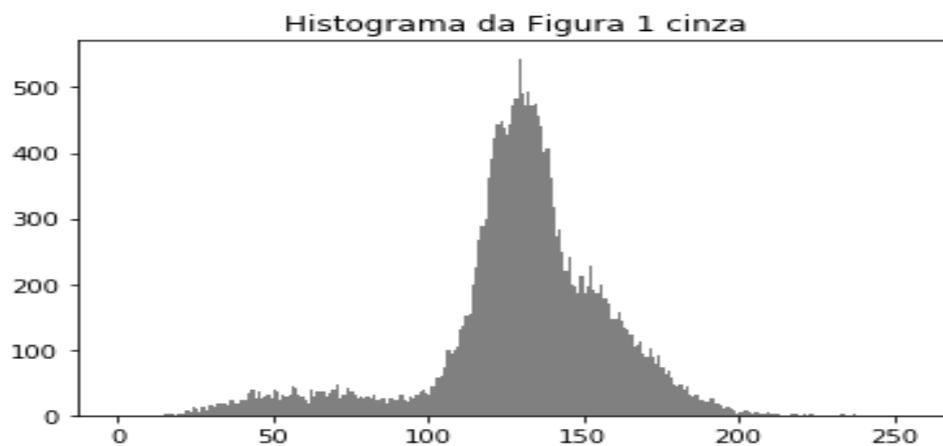


Figura 5 - Gráfico da Foto Mel10 cinza

A imagem analisada em seguida foi a Mel11 conforme detalhe abaixo:



Figura 6 - Foto Mel11

Foi gerado gráfico do histograma colorido da Mel11 conforme detalhe abaixo:

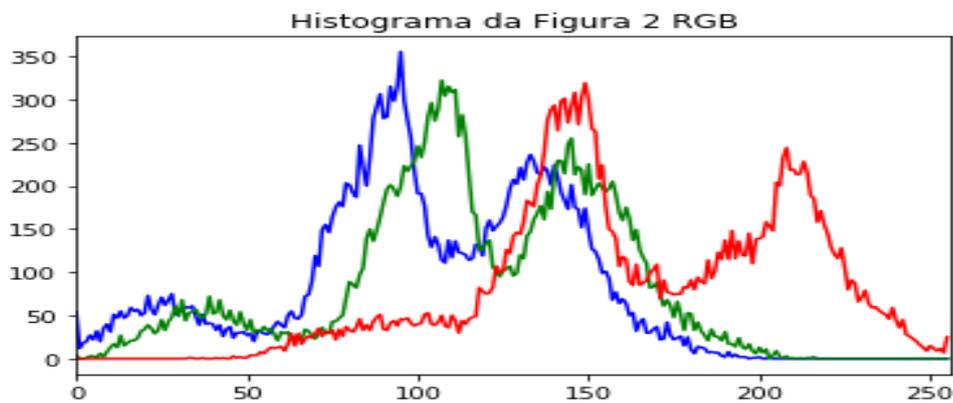


Figura 7 - Gráfico da Foto Mel11 RGB

Depois foi gerado gráfico do histograma monocromático da Mel11 conforme detalhe abaixo:

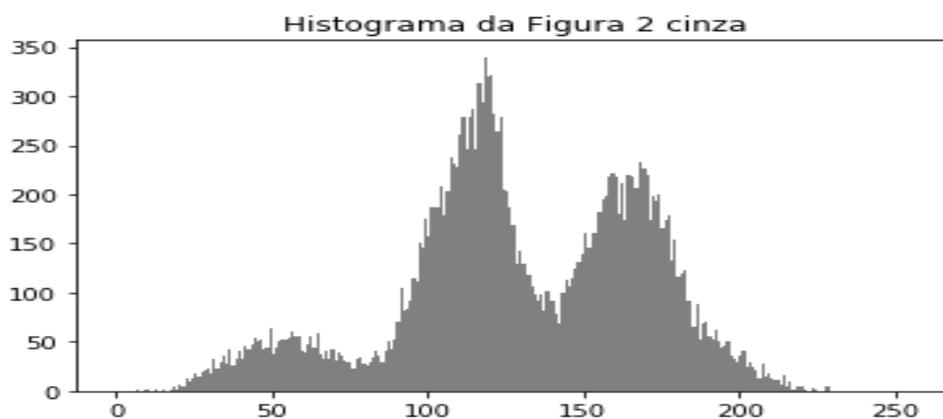


Figura 8 - Gráfico da Foto Mel11 cinza

A imagem analisada em seguida foi a Mel12 conforme detalhe abaixo:



Figura 9 - Foto Mel12

Foi gerado gráfico do histograma colorido da Mel12 conforme detalhe abaixo:

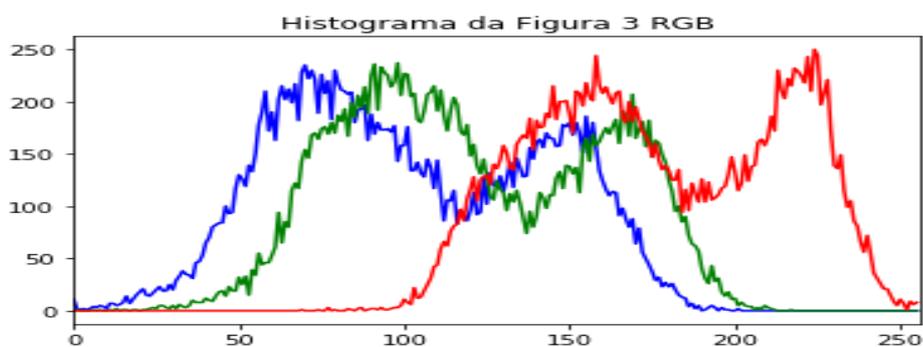


Figura 10 - Gráfico da Foto Mel12 RGB

Depois foi gerado gráfico do histograma monocromático da Mel12 conforme detalhe abaixo:

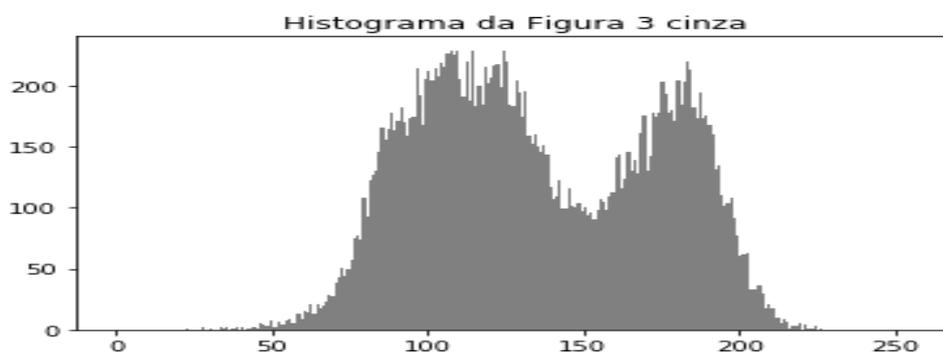


Figura 11 - Gráfico da Foto Mel12 cinza

A imagem analisada em seguida foi a Mel13 conforme detalhe abaixo:



Figura 12 - Foto Mel13

Foi gerado gráfico do histograma colorido da Mel13 conforme detalhe abaixo:

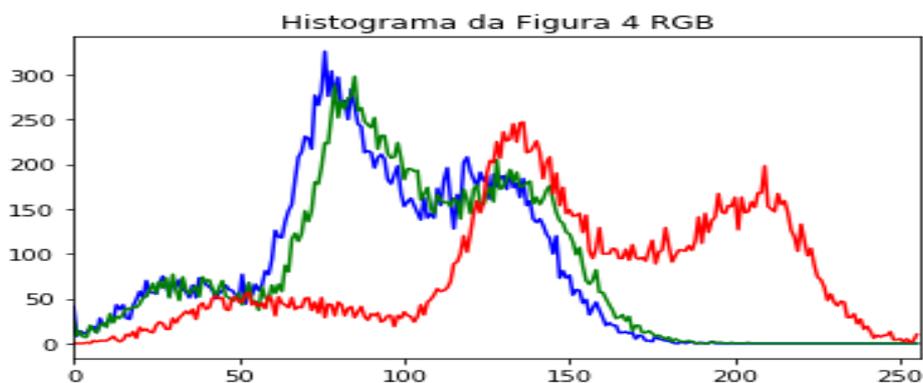


Figura 13 - Gráfico da Foto Mel13 RGB

Depois foi gerado gráfico do histograma monocromático da Mel13 conforme detalhe abaixo:

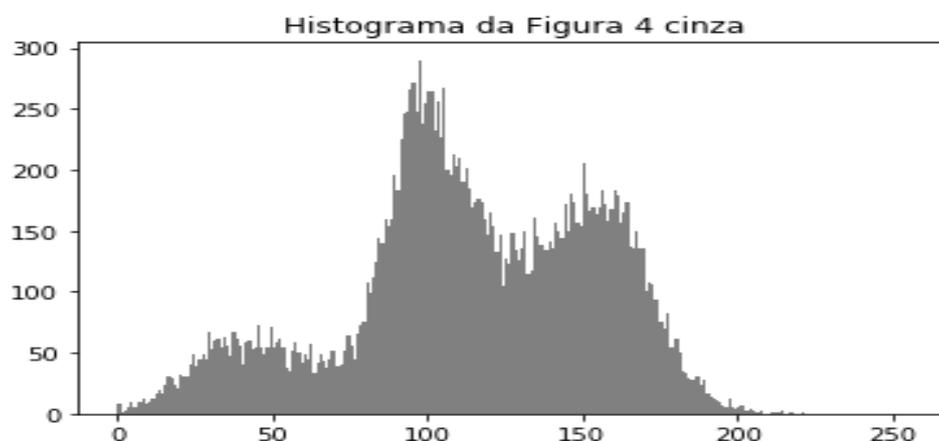


Figura 14 - Gráfico da Foto Mel13 cinza

Fase 2: Coleta de Imagens sem Melanoma

Foram selecionadas amostras de imagens de peles sem melanoma e delas foram gerados para cada foto um histograma colorido e outro monocromático. Dos gráficos gerados o eixo x se refere ao valor dos pixels e o eixo y à quantidade de pixels de um determinado valor, que determinam respectivamente o grau de evidência favorável (μ) e o grau de evidência desfavorável (λ).

Proposição	Fator 01	Variáveis μ, λ
Esta imagem identifica um câncer de pele tipo melanoma?	Esta foto apresenta a Característica tipo C, ou seja, Cor conforme o teste ABCDE?	μ Evidência Favorável (dados dos resumos dos pixels em conjunto para histogramas coloridos e monocromáticos) λ Evidência Desfavorável (dados dos resumos dos pixels em conjunto para histogramas coloridos e monocromáticos)

Cada imagem com seu respectivo histograma juntamente com a anotação da Lógica Paraconsistente: Evidência Favorável e Desfavorável.

Tabela 2 - Análise de imagens sem melanoma

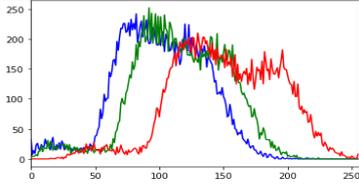
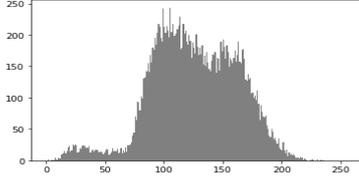
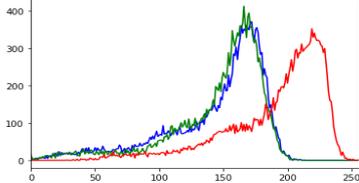
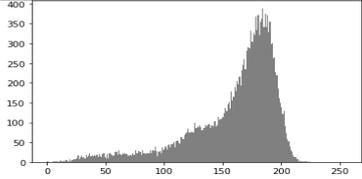
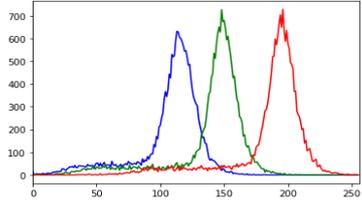
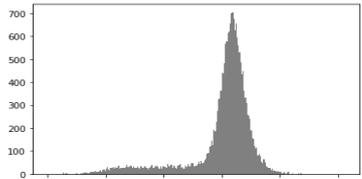
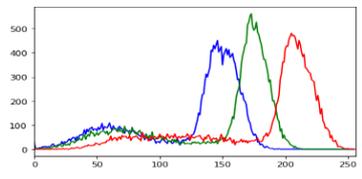
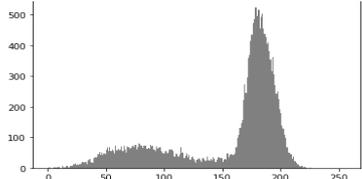
Imagem	Histograma	Evidência Favorável (μ)	Evidência Desfavorável (λ)
 Imagem - Mole01		0,32	0,9
 Imagem - Mole01		0,0	1,0
 Imagem - Mole02		0,13	0,5

 Imagem - Mole02		0,0	1,0
 Imagem - Mole06		0,1	0,7
 Imagem - Mole06		0,0	1,0
 Imagem - Mole07		0,16	0,9
 Imagem - Mole07		0,0	1,0

A Imagem analisada nesta série foi a Mole01 conforme detalhe abaixo:



Figura 15 - Foto Mole01

Foi gerado gráfico do histograma colorido da Mole01 conforme detalhe abaixo:

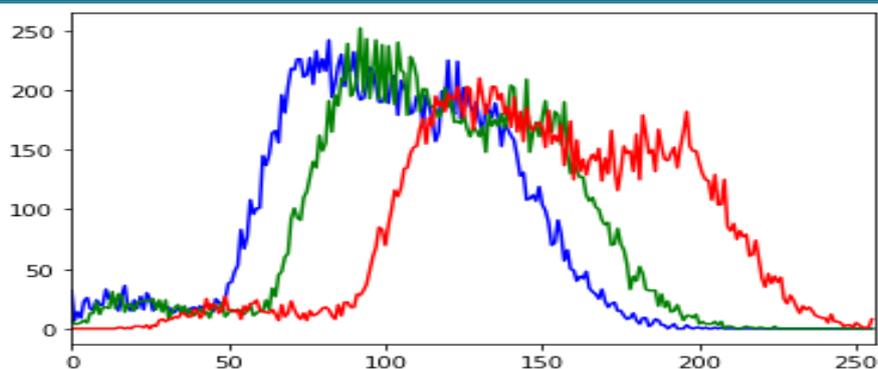


Figura 16 - Gráfico da Foto Melo01 RGB

Gerado gráfico do histograma monocromático da Mole01 conforme detalhe abaixo:

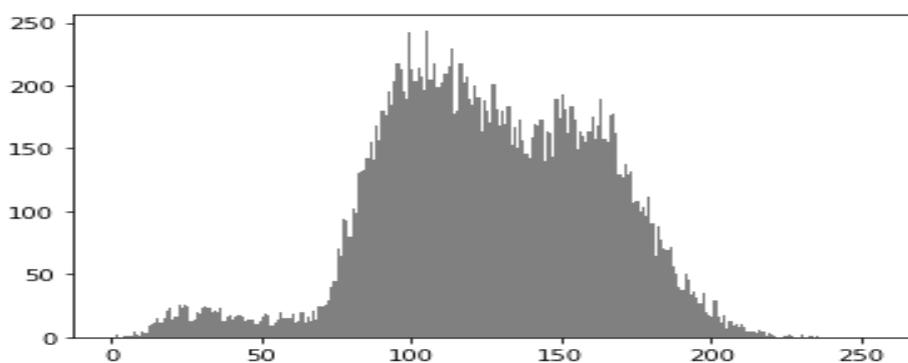


Figura 16 - Gráfico da Foto Melo01 cinza

A Imagem analisada nesta série foi a Mole02 conforme detalhe abaixo:



Figura 17 - Foto Melo02

Gerado gráfico do histograma colorido da Mole02 conforme detalhe abaixo:

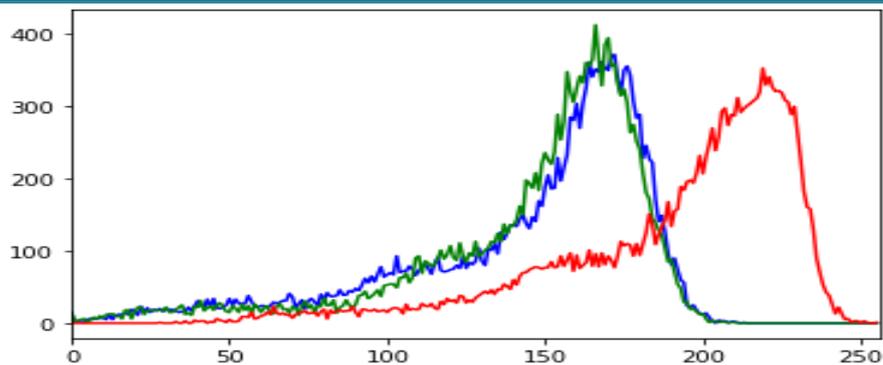


Figura 18 - Gráfico da Foto Melo02 RGB

Gerado gráfico do histograma monocromático da Mole02 conforme detalhe abaixo:

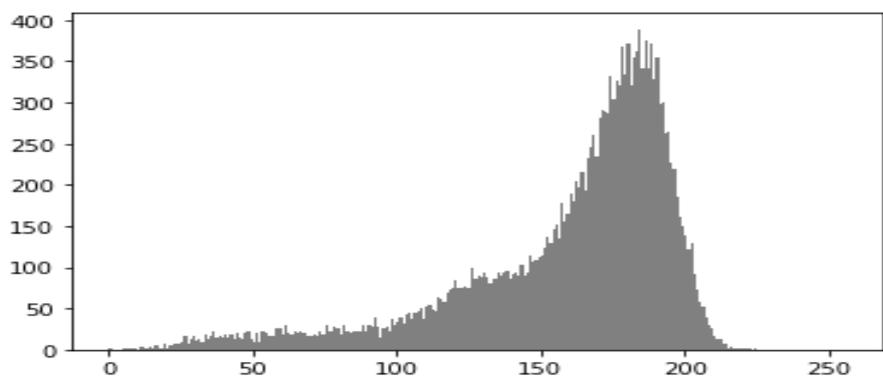


Figura 19 - Gráfico da Foto Melo02 cinza

A imagem analisada nesta série foi a Mole06 conforme detalhe abaixo:



Figura 20 - Foto Melo06

Foi gerado gráfico do histograma colorido da Mole06 conforme detalhe abaixo:

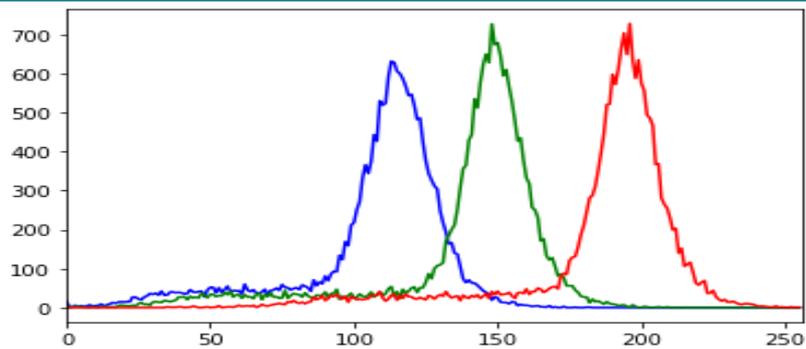


Figura 21 - Gráfico da Foto Melo06 RGB

Depois foi gerado gráfico do histograma monocromático da Mole06 conforme detalhe abaixo:

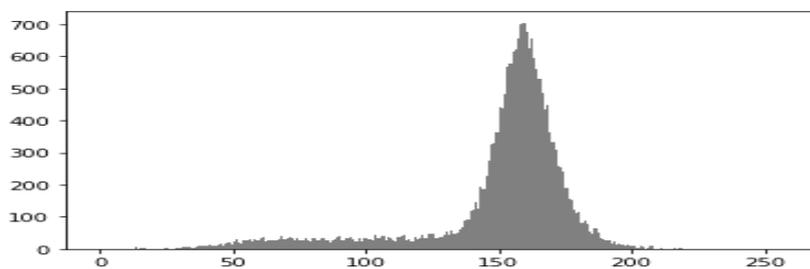


Figura 22 - Gráfico da Foto Melo06 cinza

A imagem analisada nesta série foi a Mole07 conforme detalhe abaixo:



Figura 23- Foto Melo07

Foi gerado gráfico do histograma colorido da Mole07 conforme detalhe abaixo:

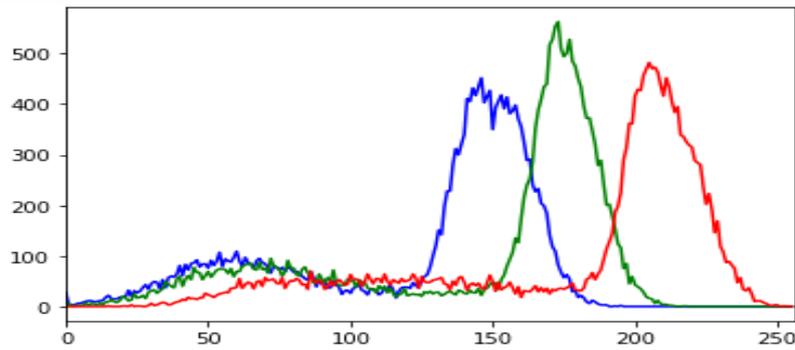


Figura 24 - Gráfico da Foto Melo07 RGB

Depois foi gerado gráfico do histograma monocromático da Mole07 conforme detalhe abaixo:

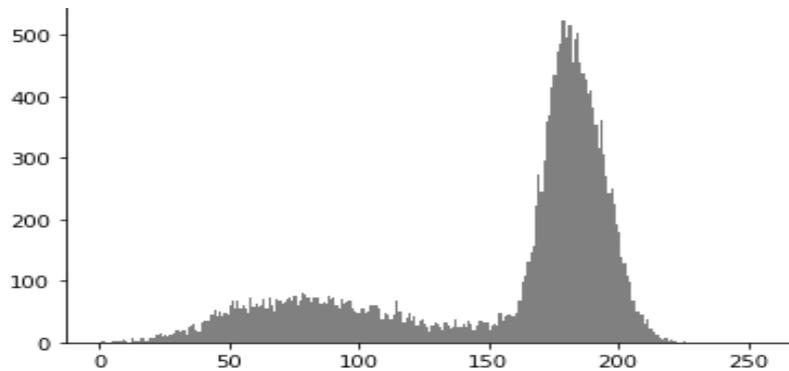


Figura 25 - Gráfico da Foto Melo07 cinza

Fase 3: Utilização de dados no Para-analisador

Utilizando-se a análise de quatro imagens por meio do para-analisador, onde as seguintes conclusões foram identificadas e comprovadas para melanoma:

Os valores coletados dos pixels dos histogramas coloridos e monocromáticos foram inseridos no algoritmo para-analisador utilizando “*machine learning*”, primeiramente eles são coletados em formato .TXT, depois cada um desses dados foi normalizado para que permaneçam no intervalo adequado ao para-analisador, entre 0 e 1. Este resumo de dados é composto dos seguintes passos para análises de dados e chegar até a conclusão apresentada na tabela 02.

Feita a normalização dos dados eles passam a ser inseridos como se fossem as escolhas dos EC – Engenheiros do Conhecimento dentro do para-analisador e ao se completar 09 escolhas um resultado é conseguido, conforme exemplo da análise da imagem Mel10:

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	
Número de fatores escolhidos >								14	
Graus resultante: Nível de Exigência >								0,60	
B				C				Conclusões	
AX [E4, E5, E6]				AX [E7, E8, E9]				MIN {A, B, C}	
$\alpha_{i,qB}$	$\beta_{i,qB}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	$\alpha_{i,qB}$	$\beta_{i,qB}$	H	G	Decisão	
0,97	0,00	1,00	0,00	0,97	0,01	0,96	-0,02	VIAVEL	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	

Figura 26 - Resultado parcial 1 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 0,97 e λ grau evidência desfavorável = 0,01. Este resultado resultou da análise dos dados gerados pelos histogramas, conforme arquivo 244 a 248:

Tabela 3 - Parte dos dados coletados dos histogramas - Mel10

nomeFigura	Cor B	Cor G	Cor R	Cor PB
Mel10			0,89	0,01
Mel10	0	0,01	0,98	0,02
Mel10	0,01	0,01	0,97	0,01
Mel10	0	0	1	0,05
Mel10	0,01	0	1	0,03

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
PC do MPD - Programa de Cálculos para o Método Paraconsistente de Decisão																						
BASE DE DADOS																						
		Grupo A						Grupo B						Grupo C								
		Espec 1		Espec 2		Espec 3		Espec 4		Espec 5		Espec 6		Espec 7		Espec 8		Espec 9				
		$\alpha_{i,q1}$	$\beta_{i,q1}$	$\alpha_{i,q2}$	$\beta_{i,q2}$	$\alpha_{i,q3}$	$\beta_{i,q3}$	$\alpha_{i,q4}$	$\beta_{i,q4}$	$\alpha_{i,q5}$	$\beta_{i,q5}$	$\alpha_{i,q6}$	$\beta_{i,q6}$	$\alpha_{i,q7}$	$\beta_{i,q7}$	$\alpha_{i,q8}$	$\beta_{i,q8}$	$\alpha_{i,q9}$	$\beta_{i,q9}$			
F01	P01	S1	F01S1	0,89	0,01	0	0,01	0,98	0,02	0,01	0,01	0,97	0,01	0	0	1	0,05	0,01	0	1	0,03	
		S2	F01S2																			
		S3	F01S3																			

Figura 27 - PCMPD

Estes dados gerados pelos pixels da imagem Mel10 foram utilizados como indicadores de μ grau de evidência favorável e λ grau evidência desfavorável.

O primeiro par (Cor R = 0,89, Cor PB = 0,01) substituiu o Especialista 1 do Grupo A. O segundo par (Cor B = 0, Cor G = 0,01) substituiu o Especialista 2 do Grupo A. O terceiro par (Cor R = 0,98, Cor PB = 0,02) substituiu o Especialista 3 do Grupo A. O quarto par (Cor B = 0,01, Cor G = 0,01) substituiu o Especialista 4 do Grupo B. O quinto par (Cor R = 0,97, Cor PB = 0,01) substituiu o Especialista 5 do Grupo B. O sexto par (Cor B = 0, Cor G = 0) substituiu o Especialista 6 do Grupo B. O sétimo par (Cor R = 1, Cor PB = 0,05) substituiu o Especialista 7 do Grupo C. O oitavo par (Cor B

= 0,01, Cor G = 0) substituiu o Especialista 8 do Grupo C. O nono par (Cor R = 1, Cor PB = 0,03) substituiu o Especialista 9 do Grupo C.

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC
Número de fatores escolhidos >								14
Graus resultante:						Nível de Exigência >		0,60
MAX {E4, E5, E6}				MAX {E7, E8, E9}		MIN {A, B, C}		
Conclusões								
α_{i_4B}	β_{i_4B}	α_{i_4C}	β_{i_4C}	α_{i_4B}	β_{i_4B}	H	G	Decisão
1,00	0,00	1,00	0,02	1,00	0,02	0,98	0,02	VIÁVEL
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO

Figura 28 - Resultado parcial 2 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,02.

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC
Número de fatores escolhidos >								14
Graus resultante:						Nível de Exigência >		0,60
MAX {E4, E5, E6}				MAX {E7, E8, E9}		MIN {A, B, C}		
Conclusões								
α_{i_4B}	β_{i_4B}	α_{i_4C}	β_{i_4C}	α_{i_4B}	β_{i_4B}	H	G	Decisão
1,00	0,02	1,00	0,08	1,00	0,08	0,92	0,08	VIÁVEL
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO

Figura 29 - Resultado parcial 3 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,06.

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC
Número de fatores escolhidos >								14
Graus resultante:						Nível de Exigência >		0,60
MAX {E4, E5, E6}				MAX {E7, E8, E9}		MIN {A, B, C}		
Conclusões								
α_{i_4B}	β_{i_4B}	α_{i_4C}	β_{i_4C}	α_{i_4B}	β_{i_4B}	H	G	Decisão
1,00	0,05	1,00	0,03	1,00	0,05	0,95	0,05	VIÁVEL
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO

Figura 30 - Resultado parcial 4 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,05.

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	
Número de fatores escolhidos >								14	
Graus resultante: Nível de Exigência >								0,60	
MAX [E4, E5, E6]				MAX [E7, E8, E9]				MIN {A, B, C}	
$\alpha_{i,qB}$	$\beta_{i,qB}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	H	G	Decisão	
1,00	0,12	1,00	0,12	1,00	0,15	0,85	0,15	VIÁVEL	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	

Figura 31 - Resultado parcial 5 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,15.

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	
Número de fatores escolhidos >								14	
Graus resultante: Nível de Exigência >								0,60	
MAX [E4, E5, E6]				MAX [E7, E8, E9]				MIN {A, B, C}	
$\alpha_{i,qB}$	$\beta_{i,qB}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	H	G	Decisão	
1,00	0,18	1,00	0,17	1,00	0,18	0,82	0,18	VIÁVEL	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	

Figura 32 - Resultado parcial 6 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,11.

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	
Número de fatores escolhidos >								14	
Graus resultante: Nível de Exigência >								0,60	
MAX [E4, E5, E6]				MAX [E7, E8, E9]				MIN {A, B, C}	
$\alpha_{i,qB}$	$\beta_{i,qB}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	H	G	Decisão	
1,00	0,27	1,00	0,35	1,00	0,35	0,65	0,35	VIÁVEL	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	

Figura 34 - Resultado parcial 7 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,35.

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	
Número de fatores escolhidos >								14	
Graus resultante: Nível de Exigência >								0,60	
MAX [E4, E5, E6]				MAX [E7, E8, E9]				MIN {A, B, C}	
$\alpha_{i,qB}$	$\beta_{i,qB}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	H	G	Decisão	
1,00	0,47	1,00	0,47	1,00	0,47	0,53	0,47	NÃO CONCLUSIVO	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	

Figura 3517 - Resultado parcial 8 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,47.

AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC
Número de fatores escolhidos >								14
Graus resultante: Nível de Exigência >								0,60
MAX [E4, E5, E6] AX [E7, E8, E9]								MIN [A, B, C]
Conclusões								
$\alpha_{i,qB}$	$\beta_{i,qB}$	$\alpha_{i,qC}$	$\beta_{i,qC}$	$\alpha_{i,qH}$	$\beta_{i,qH}$	H	G	Decisão
1,00	0,69	1,00	0,59	1,00	0,69	0,31	0,69	NÃO CONCLUSIVO

Figura 36 - Resultado parcial 9 do para-analisador para dados do Mel10

Dessa análise só o resultado é mantido assim, neste caso é μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,69. Feito com todos os dados coletados, mas aqui apresentados somente uma parte da atividade resumida na tabela abaixo:

Tabela 4 - Resumo dos dados coletados dos pixels dos Histogramas (coloridos e monocromático) para Imagem - Mel10

Evidência Favorável (μ)	Evidência Desfavorável (λ)
0,97	0,01
1,00	0,02
1,00	0,08
1,00	0,05
1,00	0,15
1,00	0,18
1,00	0,35
1,00	0,47
1,00	0,69

Chega-se ao resultado do Resumo da imagem Mel10 que volta novamente ao para-analisador e resulta em situação viável, onde, μ grau de evidência favorável = 1,00 e λ grau evidência desfavorável = 0,35.

PC do MPD - Programa de Cálculos para o Método Paraconsistente de Decisão

BASE DE DADOS										TABELA DE CÁLCULOS									
										Número de fatores escolhidos > 14									
										Graus resultante: Nível de Exigência > 0,60									
										MAX [E4, E5, E6] AX [E7, E8, E9]									
										MIN [A, B, C]									
										Conclusões									
Fator/Peso/Decisão	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo A	Grupo B	Grupo C	A	B	C	H	G	Decisão							
S1 FV(S)	0,97	0,01	1,00	0,02	1,00	0,08	1,00	0,05	1,00	0,15	1,00	0,18							
S2 FV(S)	1,00	0,02	1,00	0,08	1,00	0,15	1,00	0,18	1,00	0,35	1,00	0,35							
FIR 1 S1	0,97	0,01	1,00	0,02	1,00	0,08	1,00	0,05	1,00	0,15	1,00	0,18							
FIR 2 S1	1,00	0,02	1,00	0,08	1,00	0,15	1,00	0,18	1,00	0,35	1,00	0,35							

Figura 37 - Resultado do Resumo total do para-analisador para dados do Mel10

O resultado do resumo do Mel10 em gráfico:

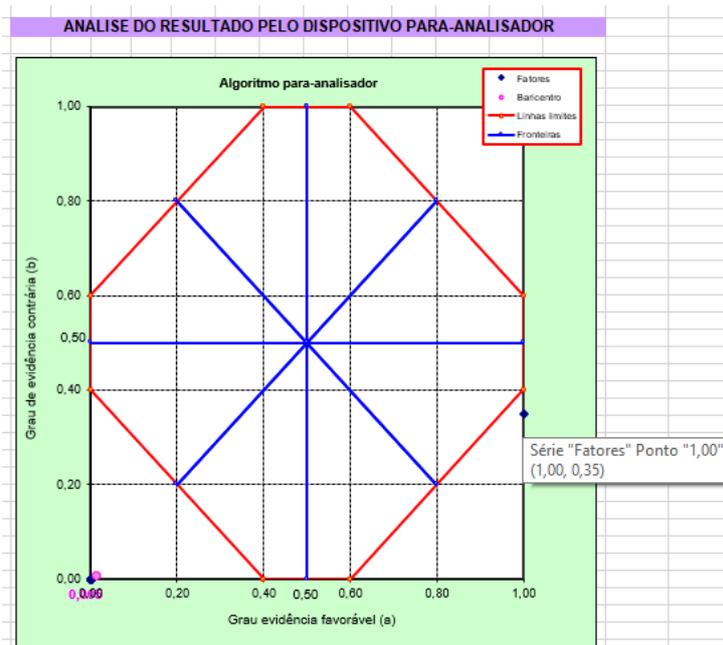


Figura 38- Análise da imagem – Mel10

O resultado é viável, ou seja, verdadeiro, para o diagnóstico indica uma situação de melanoma, indo diretamente de acordo com a análise laboratorial e clínica. O mesmo procedimento foi realizado para as outras imagens, concluindo-se por meio do resultado do para-analisador que:

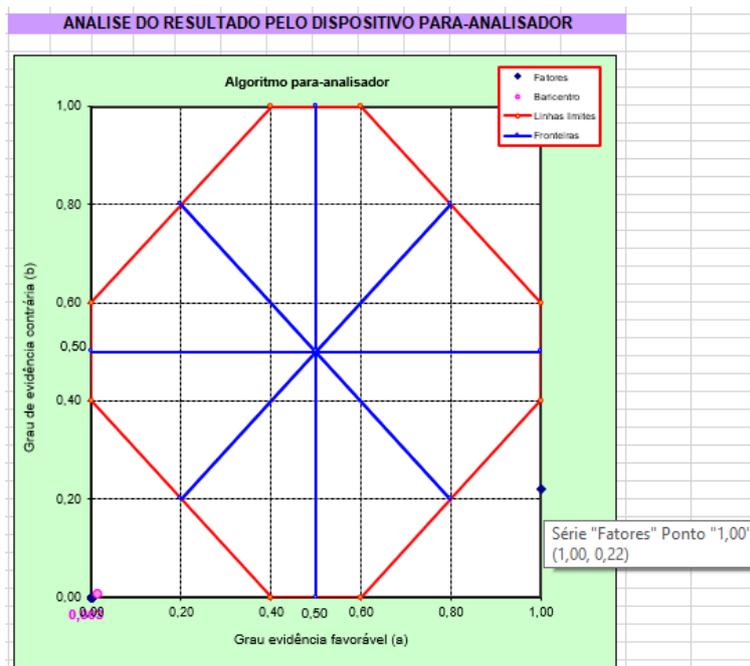


Figura 39 - Análise da imagem – Mel11

Nesta análise o resultado verdadeiro e totalmente conclusivo, ou seja, o diagnóstico indica uma situação real de melanoma, de acordo com a análise laboratorial e clínica.

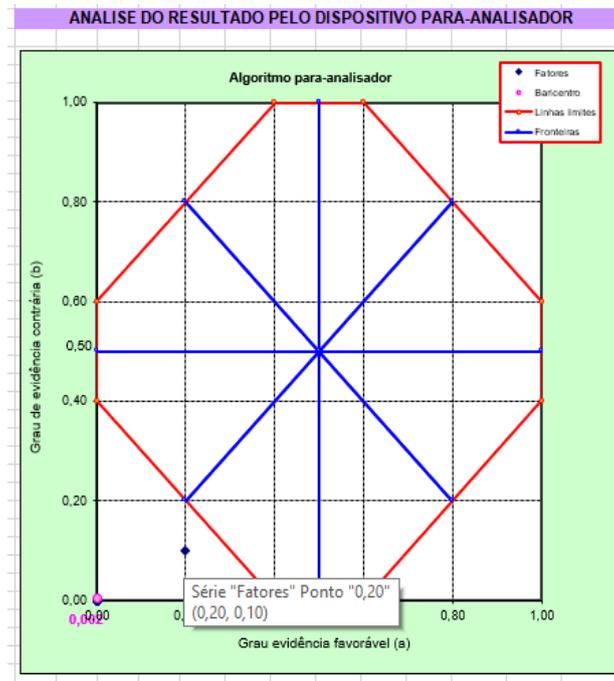


Figura 40 - Análise da imagem – Mel12

Aqui apesar do resultado apresentar informações paracompletas e não estar totalmente conclusivo, ou seja, o diagnóstico indica uma situação aproximada de risco de melanoma, também de acordo com a análise laboratorial e clínica, mostrando um estágio talvez inicial. Sendo essa uma área de observação severa para diagnósticos posteriores.

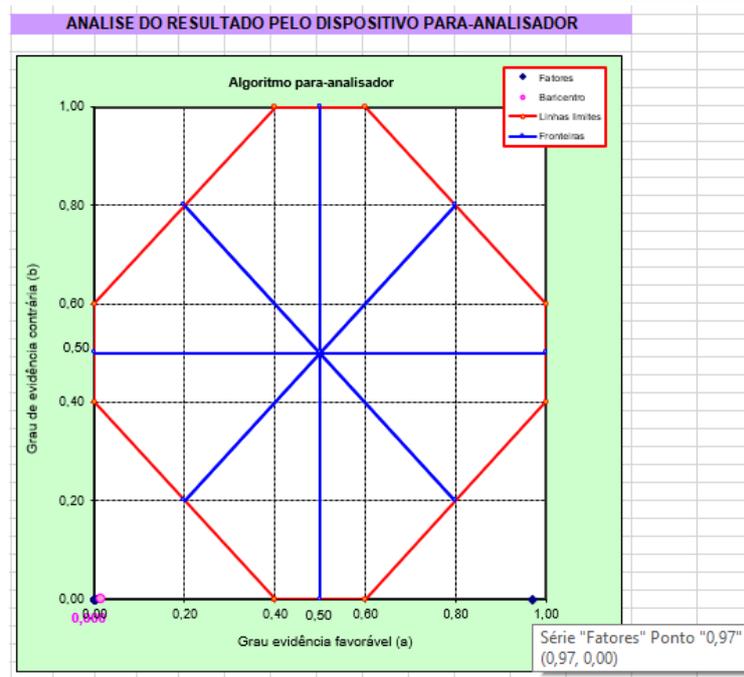


Figura 41 - Análise da imagem – Mel13

Nesta análise o resultado verdadeiro e totalmente conclusivo, ou seja, o diagnóstico indica uma situação real de melanoma, de acordo com a análise laboratorial e clínica.

Fase 4: Coleta de Imagens sem Melanoma

Utilizando-se a análise de quatro imagens por meio do para-analisador, onde as seguintes conclusões foram identificadas e comprovadas sem melanoma:

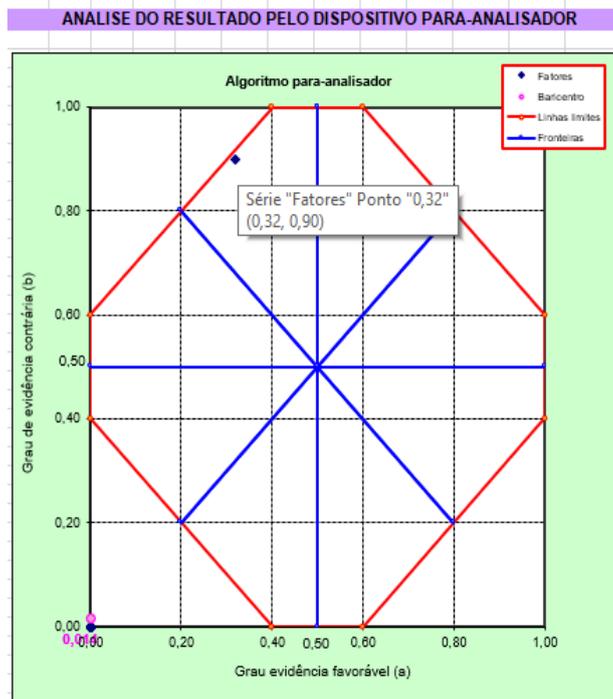


Figura 42 - Análise da imagem – Mole01

Nesta análise o resultado verdadeiro e totalmente conclusivo, ou seja, o diagnóstico indica uma situação que não indica melanoma, indo de acordo com a análise laboratorial e clínica.

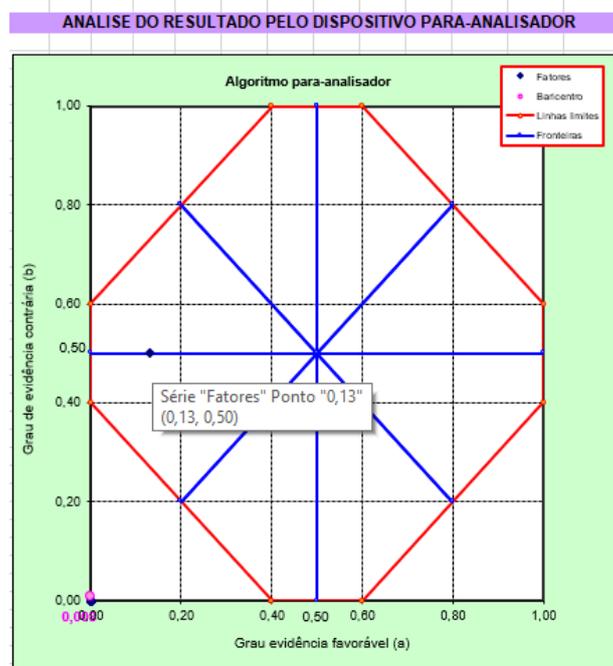


Figura 43 - Análise da imagem – Mole02

Apesar do resultado entre o paracompleto e o falso, e não estar totalmente conclusivo, ou seja, o diagnóstico indica uma situação aproximada de risco de

melanoma, mas também de acordo com a análise laboratorial e clínica, mostrando um estágio não grave e sem indícios concretos da doença.

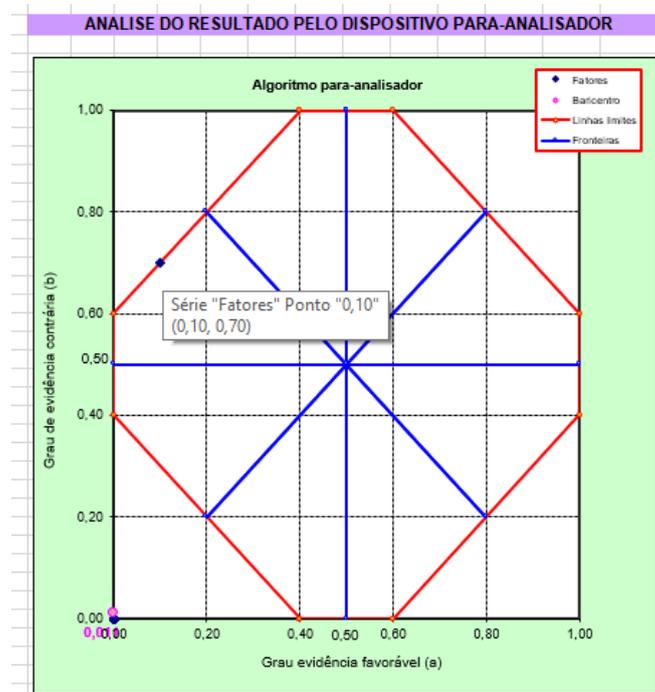
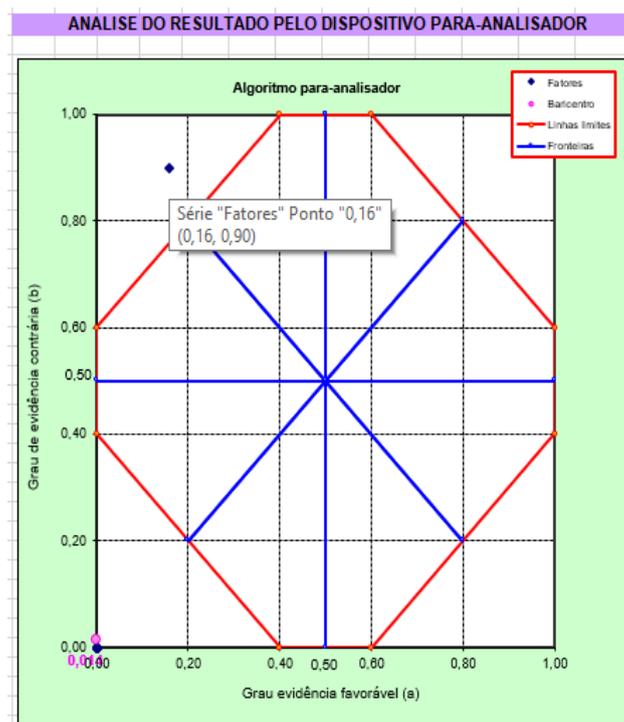


Figura 44 - Análise da imagem – Mole06

Nesta análise o resultado é falso e totalmente conclusivo, ou seja, o diagnóstico indica uma situação que não é melanoma, indo de acordo com a análise laboratorial e clínica, esta não é uma situação de câncer de pele.



Nesta análise o resultado é falso e totalmente conclusivo, ou seja, o diagnóstico indica uma situação que não é melanoma, conforme a análise laboratorial e clínica, esta não é uma situação de câncer de pele.

Discussão

Em trabalhos futuros será necessário definir com exatidão a distância da foto para que todas fiquem equalizadas e não haja diferenciação por causa desse tipo de variação. Geralmente utiliza-se na análise dos dados uma média simples dos valores, neste artigo foi utilizado uma análise de 18 dados para cada uma das análises como se fossem 9 especialistas, depois estes resultados foram cada par de 9 para um resumo, ou seja, Paraconsistente da Paraconsistente. Os diferentes Especialistas tiveram acesso nas imagens PB e colorida, logo a análise foi feita de ambas para a Anotação Paraconsistente.

Conclusão

Uma observação importante foi a comparação entre os casos identificados com melanoma e validados por meio do algoritmo para-analisador como verdadeiros para esta proposição também. E confirmando estas análises os casos que foram considerados saudáveis também se apresentam como indicativo de falso para o diagnóstico de melanoma. O resultado alcançado na análise do fator Cor baseado na regra teste ABCDE é viável nos casos analisados, ou seja, verdadeiro, para o diagnóstico indica uma situação de melanoma, indo diretamente de acordo com a análise laboratorial e clínica. E por tanto, contribui como auxílio no encaminhamento urgente para a área de Oncologia (Câncer) e Dermatologia (doença de pele). Essa tecnologia permite por meio do sistema computacional um auxílio na triagem e priorização.

Referências

- [1]. ABE, J.M. “**Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et**”. Monografia, São Paulo – SP, p. 37-46, 2009.
- [2]. ABE, J.M. **Paraconsistent Intelligent Based-Systems: New Trends In The Applications of Paraconsistency**, Germany: Springer, 2015.
- [3]. ABE, J.M. S. Akama e K. Nakamatsu, **Introduction to Annotated Logics - Foundations for Paracomplete And Paraconsistent Reasoning**, Series Title Intelligent Systems Reference Library, Switzerland: Springer International Publishing, 2015.
- [4]. AKAMA, S. **Towards Paraconsistent Engineering**, Intelligent Systems Reference Library, Germany: Springer, 2016.
- [5]. DECHTER, R. **Constrait Processing**. San Francisco: Elsevier, 2003.
- [6]. N. C. A. DA COSTA, J. M. ABE, A. MUROLO e J. I. & L. C. F. S. DA SILVA FILHO, **Lógica Paraconsistente Aplicada**, São Paulo: Atlas, 1999.
- [7]. RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: a Modern Approach** (3rd edition). Upper Saddle River: Prentice Hall. ISBN 9780136042594, 2010.

[8]. **SBD-Brazilian Society of Dermatology Founded by Doctors In 1912.**

<https://www.sbd.org.br/dermatologia/pele/doencas-e-problemas/cancer-da-pele/64/>

the consultation held on 06/12/2019.

[9]. **Câncer de pele: Sintomas, como identificar e qual o tratamento.** Disponível

em: <https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/cancer-de-pele>. Acessado: 10-fev-2019

UM MODELO DE HORTA INTELIGENTE BASEADA EM LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$

Jonatas S. de Souza, Jair M. Abe, Liliam S. Sakamoto, Luiz A. de Lima
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
jonatas.souza@stricto.unip.br, jairabe@uol.com.br, liliam.sakamoto@hotmail.com,
luiz@wcisp.com.br

Resumo

Em face do crescimento urbano e com os espaços para o plantio reduzidos nas grandes cidades, que provoca o aumento do consumo de água, energia e alimentação. Consequentemente, é necessário se repensar em uma nova estrutura para uso do espaço urbano no que tange ao plantio, principalmente de áreas sem utilização. A tecnologia de informação está presente na horta inteligente, atualmente estão sendo realizados muitos estudos visando facilitar o manejo e aumentar a produtividade dos cultivos, o termo atualmente utilizado para denominar o fenômeno da implementação tecnológica no campo é conhecida como “agricultura de precisão”. O objetivo deste artigo é de propor um modelo de horta inteligente baseado na lógica paraconsistente com apoio da técnica de *design thinking* para elaboração do projeto.

Palavras-chave: Horta inteligente, Agricultura de Precisão, *Design Thinking*.

Abstract

In the face of urban growth and reduced space for planting in large cities, which causes increased consumption of water, energy, and food. Consequently, it is necessary to rethink a new structure for the use of urban space in terms of planting, especially of unused areas. Information technology is present in the smart garden, many studies are currently being carried out to facilitate management and increase crop productivity, the term currently used to describe the phenomenon of technological implementation in the field is known as "precision agriculture". The aim of this paper is to propose a model of intelligent vegetable garden based on paraconsistent logic supported by the design thinking technique for the elaboration of the project.

Keywords: Smart Garden, Precision Agriculture, Design Thinking.

Introdução

Com o avanço da tecnologia, surge a “quarta revolução industrial” ou como é chamada de “Indústria 4.0”, mas na agricultura é conhecido como “Agricultura 4.0”, que utiliza alguns conceitos de sistemas ciber-físicos, computação nas nuvens e Internet das coisas (IoT – *Internet of Things*) que faz o uso de dispositivos e aparelhos eletrônicos, para automatizar ainda mais a produção. O uso da tecnologia da informação na agricultura é chamado de Agricultura de Precisão.

Em 2012, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), ao instituir a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP), definiu a Agricultura de Precisão (AP) como “um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente” [5]. Um dos principais requisitos da agricultura de precisão é o mapeamento da variabilidade espacial e temporal nas unidades de produção. Essa variabilidade dar-se ao surgimento do Sistema de Posicionamento Global conhecido como GPS - *global positioning system* [12].

Agricultura de Precisão

Pode ser caracterizada com um sistema de gerenciamento agrícola que se baseia em variação do espaço, e utiliza várias técnicas e metodologias com o foco em otimização de algum tipo de cultivo, onde os insumos apresentam máxima eficiência para ganhos econômicos [5].

A agricultura de precisão é um conceito de gerenciamento de culturas. Deve ser implementado como tal em toda a fazenda e praticado para todas as operações de campo relacionadas ao cultivo de culturas [14]. Esta técnica não é nova, e remota da década de 80. Uma das formas é o manejo nas áreas de grão e cana-de-açúcar, sendo uma abordagem simples e rápida, com um planejamento de uma amostragem sistemática de solo, chamado grade ou grid, onde se passa a uma análise laboratorial de processamento dos dados para elaboração de mapas de aplicação, esses dados são capturados por períodos de até 15 dias, para buscar uma economia dos insumos utilizados. Outro uso e mais elaborado é uso de mapas de produtividade, mas exige mais equipamentos, maior domínio e um trabalho mais detalhado do usuário ou consultor.

A legislação ambiental internacional relativa à minimização e uso ideal de insumos e pressões do mercado para rastreabilidade e trilhas de auditoria [13] na nova década forçará os produtores a considerar seriamente a agricultura de precisão como uma solução [14]. Isso demanda tempo para construção de um complexo conjunto de dados para a viabilidade de maior produtividade. Quanto maior a quantidade de dados o processamento da informação torna-se mais consistente, assim pode-se concluir que apresentará maior viabilidade técnica.

As políticas de substituição de máquinas e equipamentos serão baseadas na utilização do equipamento o mais amplamente possível em todas as operações de campo [14].

A viabilidade apresentada pelos mapas de produtividade apresenta a relação entre as causas e efeitos, sendo de importância primordial a interpretação correta dos dados e a explicação dos fatos o ponto mais complexo. Indicar quais fatos são os que podem estar causando baixa produtividade e onde estas se manifestam, além do contexto em que deve ser aplicado [5]. Outra característica essencial da agricultura de precisão é a técnica da amostragem georreferenciada de solo, que consiste na geração de um mapa individual para cada indicador da fertilidade do solo [5].

O Sistema de Irrigação baseado em Lógica Paraconsistente substitui as decisões de gestores e mesmo de operadores de forma automatizada para uma horta inteligente, que viabiliza uma crescente necessidade, visto o aumento crescente da agricultura de precisão.

Neste projeto, também se utiliza GPS para localizar cada um desses pontos e capturar informações como as subamostras conforme será abordado a seguir para se tirar a conclusão da necessidade de irrigação automática ou não.

Estão sendo associadas à aplicação de fertilizantes, também analisam técnicas para mensurar alguma característica da planta da horta inteligente, bem como do solo no sentido de inferir nos aspectos de intervenção em tempo real, por meio de dispositivo automatizado via IoT– *Internet of Things*.

Horta Inteligente

Uma horta é um local em que serão cultivadas plantas típicas para o plantio, tais como hortaliças, legumes, ervas medicinais e temperos. Uma horta inteligente une a arte milenar do cultivo e a tecnologia com objetivo de obter os alimentos de forma

automatizada. Com o sistema de irrigação automatizado consegue-se ter uma grande redução no uso da água. Além disso, a horta inteligente cria um “*Green Space*”, ou seja, espaço verde dentro de cidades com poucas áreas cultiváveis, isso proporciona um bem-estar físico e mental para quem se utiliza desse tipo estrutura, com diminuição de ilhas de calor, otimização de espaços em edifícios e queda da poluição ambiental [11].

A horta inteligente é ideal para quem tem pouco espaço em casa ou apartamento e quer ter uma horta em casa ou quer ter o entendimento de IoT na prática e de baixo custo. É importante saber o que será cultivado e como preparar o solo para o que for plantado, o tipo de sistema de irrigação para que a planta tenha melhor absorção dos nutrientes da água. Por meio de sensores que darão dados de entradas e mostraram informações de forma que o usuário entenda como está o *status* da horta ou até controle do sistema da horta via um *software* ou aplicativo mobile. A horta se torna inteligente porque toma a decisão de regar as plantas de acordo com a saída dos dados [11].

Até mesmo empresas como a Dow Química possuem uma horta em seu telhado dentro da sua sede em São Paulo, onde existe o plantio e o desenvolvimento de 42 espécies de plantas. Esta horta serve cerca de 1000 refeições por dia para seus funcionários e os resíduos alimentícios são reaproveitados para um sistema de compostagem (adubo orgânico). Esta ação reduz a emissão de CO₂ (conhecido como dióxido de carbono, anidrido carbônico ou gás carbônico) entre os prédios, principalmente quando existem ilhas de calor que precisam ser dissipadas dentro dos centros urbanos. Esta horta venceu um *Hackathon* do PNUD (Programa para Nações Unidas para Desenvolvimento) em 2017 [11].

Empresas montadoras de carro e de pequeno porte também estão tomando iniciativas para utilizarem espaços vagos para implementar iniciativas que proporcionem à sociedade melhoria da qualidade de vida, tanto do aproveitamento de estruturas, quanto na aposta do cultivo para inclusão social, diminuição de resíduo (lixo) e complementação de renda. Pois até 2030, este tipo de ação pode levar a sustentar a renda de 40% da população mais pobre, além de reduzir o impacto negativo per capita das cidades [11]. As comunidades de bairro, escolas e condomínios são pontos de desenvolvimento para este tipo de horta que pode utilizar pequenos espaços vagos.

A proposta desse estudo só necessita de um funcionário para fazer o monitoramento de uma hora comum como a implantada nessas empresas (cerca de sete eram necessários), existe a otimização com a utilização da tecnologia IoT para irrigação

automática e captação de dados para desenvolvimento e cuidado das plantas, inicialmente para hortaliças.

IOT – *Internet of Things* ou Internet das Coisas

Quando Kevin Ashton em 1999 comentou sobre a conexão de equipamentos e estabeleceu a base para IoT – *Internet of Things* ou Internet das Coisas, este tipo de concepção era quase impossível, pois as implementações ainda não eram visíveis para tecnologia da época, visto que ele queria fazer com que todas as coisas no mundo estivessem interligadas [7].

Conceitualmente, a IoT pode conectar coisas e fazer com que elas possam transmitir informações aproveitáveis para um devido fim. A IoT poderá interconectar objetos e pessoas; utilizar sensores para capturar informações e compartilhar informações digitais que trafegam em rede. Estas são apenas algumas formas de conexão atualmente desenvolvidas que permitem uma infinidade de utilizações.

Ao citar a conexão de objeto com pessoas os primeiros testes foram realizados em indústrias, onde a IoT se espalhou rapidamente com a conexão de equipamentos industriais, tais como turbinas a gás de automóveis e medidores de utilitários. Agora existem *Smartwatch* que conectam as informações de pressão arterial, pulsação e quantidade de quilômetros andados ou corridos à uma interface digital que apresenta os dados e mostra o quadro de saúde da pessoa [7].

Enquanto um objeto foi configurado para capturar dados este deve ser conectado a um ou vários sensores que desempenharão o papel de monitoração de: um local, da vibração, da conexão, de uma movimentação, de uma temperatura, entre outras finalidades. E esses dados devem servir como entrada de informações, que serão processadas e interpretadas conforme sua especificação.

Para os casos de compartilhamento de informações a IoT deve ser capaz de transmitir os detalhes sobre determinada situação para pessoas, sistemas e até outros equipamentos, podendo ser transmitido em tempo real ou enviado conforme determinação temporal, ou seja, configurando-se o período de captura para uma análise mais assertiva. Basicamente esta funcionalidade deve ser capaz de identificar os dados, capturá-los de forma íntegra, analisá-los, bem como gerenciá-los e guardá-los para criação de um banco de conhecimentos com maior riqueza de detalhes.

Deve-se levar em consideração os três pontos principais de uma IoT, que são: Comunicação, Controle e Automação e Custos reduzidos. Por causa desses parâmetros,

existe uma alta procura das empresas para a criação de IoT próprios e que tragam inovação para seu core business.

Na Comunicação é importantíssimo foco atualmente na área de saúde e qualidade de vida, pois a integridade das informações transmitidas e seu consequente modo de interpretação passam a ser fator determinante. Para o Controle e a automação existe o foco da informação ser controlada a distância e com a determinação da não necessidade de verificação em loco. Já quanto aos Custos Reduzidos, percebe-se que a utilização de um IoT barateia o custo de contratação de pessoas, ou manutenção de profissionais alocados fisicamente para determinada atividade, sendo substituído por um sensor captador de informações e um transmissor para uma base em nuvem. Além do que podem também substituir medições feitas por pessoas em níveis de combustíveis, podendo medir tempo de vida de equipamentos e alguns sensores podem equilibrar as determinadas situações de variações muito mínimas que a um profissional in loco poderia passar despercebido. Um estudo da CISCO prevê que existirão 50 bilhões de equipamentos interligados à IoT [7] [16].

Existem sensores especializados que foram amadurecidos para: monitorar o desempenho de algum equipamento, fazer a medição da temperatura do ar e medir níveis de volume de produtos químicos, observando como um simples sensor pode realizar atividades que incide em uma grande diferença em algumas empresas. A implementação em uma empresa para a IoT para sensores deve possuir:

- Definição do tipo de sistema IoT;
- Determinação do valor para o negócio;
- Conseguir a aprovação de um stakeholder ou angariar fundos para o desenvolvimento do sistema;
- Classificar os dados que o sensor captará;
- Desenhar a infraestrutura de rede;
- Rever a condição ambiental;
- Definir as necessidades espaciais e elétricas;
- Verificar a segurança dos dados da IoT;
- Alinhamento de governança corporativa;
- Projeção de escalabilidade;
- Integração e gerenciamento da IoT;

- Estabelecer um modelo;
- Planejamento de recursos.

Nessa proposta serão capturadas as informações da horta inteligente por meio de sensores e transmitidos por Wi-Fi.

Lógica Clássica

Aristóteles abordou os fundamentos da lógica clássica e sua visão é admitida como única ainda por várias áreas da ciência. Essa lógica também é chamada de lógica padrão, onde a semântica da lógica clássica é bivalente, sendo o núcleo da lógica dedutiva. O princípio da bivalência está ligado somente quando se considera a álgebra booleana como sendo de dois elementos, sem elementos intermediários. Os princípios básicos que caracterizam a Lógica Clássica são da Identidade, da Contradição e do Terceiro Excluído. Existem ainda outras lógicas complementares à lógica clássica, como: modal, deôntica e epistêmica.

Lógica Não Clássica

Este tipo de lógica não clássica é computacional, na qual a teoria formal semântica em oposição à lógica clássica. Pode-se tomar como exemplo as lógicas para completas e intuicionistas, estas suprimem o princípio do terceiro excluído. As paraconsistentes abolem o princípio da contradição e as não aléticas suprimem o terceiro excluído e o da contradição. Enquanto as lógicas não reflexivas eliminam o princípio da identidade. Além dessas, existem as lógicas probabilísticas, polivalentes, *fuzzy-logic* também.

Lógica Paraconsistente

O termo "paraconsistente" significa "além do consistente" e foi cunhado em 1976 pelo filósofo peruano Francisco Miró Quesada. A Lógica Paraconsistente inclui-se entre as chamadas lógicas não clássicas, por derogar alguns dos princípios fundamentais da Lógica clássica, tais como o princípio da contradição: segundo a Lógica Paraconsistente, uma sentença e a sua negação podem ser ambas verdadeiras [10].

A Lógica Paraconsistente apresenta alternativas a proposições, cuja conclusão pode ter valores além de verdadeiro e falso - tais como indeterminado e inconsistente. Por exemplo, considere a afirmação "o homem é cego, mas vê". Segundo a Lógica Clássica, o indivíduo que vê, um "não cego", não pode ser cego; já na Lógica Paraconsistente, ele pode ser cego para ver algumas coisas, e não cego para ver outras coisas.

Em meados da década de 1950, o polonês S. Jaskowski e o matemático lógico Newton Carneiro Affonso da Costa (Paraná, 1929) propuseram a contradição na estrutura lógica e ficaram conhecidos como os fundadores da Lógica Paraconsistente.

Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ (Lógica $E\tau$) [1] é uma classe de Lógica Paraconsistente que trabalha com proposições do tipo $p(\mu, \lambda)$, onde p é uma proposição e (μ, λ) indicam os graus de evidência favorável e evidência contrária respectivamente. O par (μ, λ) é chamado de constante de anotação, com os valores de μ e λ sendo limitados [3] entre 0 e 1.

Uma forma de representar a lógica paraconsistente que permite perceber o alcance real assim extrair resultados para subsidiar a tomada de decisão, se depara com a compreensão do diagrama e seus graus de certeza e incerteza, agrupados em estados extremos identificados nos resultados. e estados não extremos mostrados nos resultados.

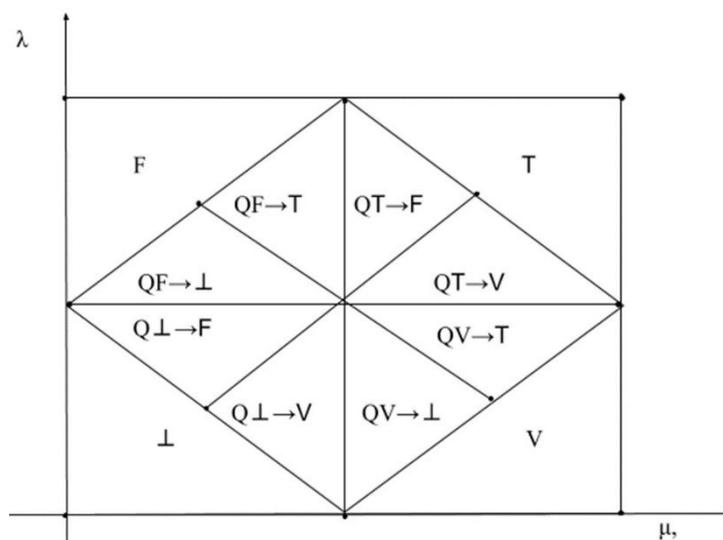


Figura 1 - Gráfico Cartesiano com graus de certeza e incerteza [3].

Na tabela 1 descreve os símbolos da figura 1, eles são indicados como os estados extremos.

Tabela 1 - Estados Extremos

Estados Extremos	Símbolos
Verdadeiro	V
Falso	F
Inconsistente	T
Paracompleto	\perp

Os estados extremos podem apoiar o sistema de irrigação em se tratando de informações coletadas nos respectivos sensores e analisadas para liberação do fluxo de água. No uso da lógica Paraconsistente o resultado pode ser parametrizado para cada estado:

- Estado “V” pode ser usado para liberar água;
- Estado “F” pode ser usado como corte do fluxo de água;
- Estado “T” pode optar em cortar água ou liberar um quarto conforme temperatura e umidade;
- Estado “ \perp ”, pode ser parametrizado como corte do fluxo de água até novas leituras dos sensores.

A tabela 2 descreve os símbolos da figura 1, eles são indicados como os estados não extremos.

Tabela 2 - Estados Não Extremos

Estados Não Extremos	Símbolos
Quase Verdadeiro tendendo Inconsistente	$QV \rightarrow T$
Quase Verdadeiro tendendo Paracompleto	$QV \rightarrow \perp$
Quase Falso tendendo Inconsistente	$QF \rightarrow T$
Quase Falso tendendo Paracompleto	$QF \rightarrow \perp$
Quase Inconsistente tendendo Verdadeiro	$QT \rightarrow V$
Quase Inconsistente tendendo Falso	$QT \rightarrow F$
Quase Paracompleto tendendo Verdadeiro	$Q\perp \rightarrow V$
Quase Paracompleto tendendo Falso	$Q\perp \rightarrow F$

Diante do conhecimento explorado pela Lógica Et e com o método paraconsistente de decisão (MPD), formata-se um cenário repleto de possibilidades no apoio à tomada de decisão em particular, neste trabalho de ajudar gestores em decidir a recontagem do projeto na técnica de ponto de função. Inclusive, garante-se a possibilidade de mitigar inúmeras defesas entre clientes e fornecedores.

As etapas descritas [6] têm como objetivo facilitar o entendimento da aplicabilidade da Lógica Et.

1. Definição: listar as informações necessárias para auxiliar na tomada de decisões.

2. Transformação: Devem-se traduzir dados que sirvam como entradas para o processamento da Lógica Et.

3. Cálculo

3.1. Calcular Maximização MaxEf (μ): Em cada dado coletado como evidência favorável (μ), use o maior valor entre eles para representar a maximização da evidência favorável (μ).

3.2. Calcular MinEd Minimização (λ): Em cada dado coletado como evidência desfavorável (λ), use o menor valor entre eles para representar a minimização da evidência desfavorável (λ).

3.3. Calcular Evidência ResultingMinEf (μ): O resultante deve ser usado quando os dados são agrupados por especialistas e precisam cruzar entre suas entidades (clientes X fornecedores). Em cada dado coletado como evidência favorável (μ), use o menor valor (por seções) entre cliente e fornecedores para representar o resultado de minimizar evidência favorável (μ). Exemplo 1: o menor valor entre evidências favoráveis (μ) cliente e evidência favorável (μ) fornecedores.

3.4. Calcular Resultante EvidenceMaxEd (λ): O resultante deve ser usado quando os dados são agrupados por especialistas e precisam cruzar entre suas entidades (clientes X fornecedores). Em cada dado (por seções) coletado como evidência desfavorável (λ), use o maior valor (por seções) entre cliente e fornecedores para representar o resultado da maximização da evidência desfavorável (λ). Exemplo 1: maior valor entre evidência desfavorável (λ) cliente e evidência desfavorável (λ) provedores.

3.5. Calcular o Grau de certeza (Gce): Com base nas evidências (por seções) coletadas, deve ser possível calcular o grau de certeza, pois se consegue fazer a diferença entre a evidência favorável (μ) e a evidência desfavorável (λ) o grau de certeza (Gce). Exemplo 1: $Gce = (\mu) - (\lambda)$.

3.6. Calcular o Grau de Contradição (Gco): Com base nas evidências (por seções) coletadas, deve ser possível calcular o grau de contradição, pois se consegue fazer a soma entre a evidência favorável (μ) e a evidência desfavorável (λ), usando o resultado da soma na extração de uma unidade (1), assim obtendo o Grau de Contradição (Gco). Exemplo 1: $Gce = (\mu + \lambda) - 1$.

3.7. Calcular Global Certainty Analysis (BGce): Com base nos graus (por seções) de certeza calculados, deve ser possível calcular a Análise Global como a média aritmética dos graus de certeza e, assim, resultar na Análise Global do Grau de Certeza (BGce). Exemplo 1: $BGce = \Sigma Gce / Gce \text{ Quantidade}$.

3.8 Análise Global de Grau de Contradição (BGco): Com base nos graus (por seções) da contradição calculados, deve ser possível calcular a Análise Global como a média aritmética dos graus de contradição e, assim, resultar na Análise Global do Grau de Contradição (BGco). Exemplo 1: $BGco = \Sigma Gco / \text{Quantidade de Gco}$.

4. Parametrização: são os limites que definem as regiões para análise (valores altos o suficiente para serem considerados), independentemente dos princípios lógicos.

4.1. Limite de parametrização TLV (True Limit Value): São condições parametrizadas pelo engenheiro do conhecimento com o objetivo de obter respostas aceitáveis como verdadeiras, nas condições em que o valor do grau for menor, maior ou igual ao valor do parâmetro.

4.2. Limite de parametrização FLV (False Limit Value): Estes parâmetros são parametrizados pelo engenheiro de conhecimento para obter respostas aceitáveis como falsas, nas condições em que o valor do grau for menor, maior ou igual ao valor do parâmetro.

4.3. Limite de parametrização PLV (Paracomplete Limit value): Estes parâmetros são estabelecidos pelo engenheiro de conhecimento com o objetivo de obter respostas aceitáveis como paracompleto total, nas condições em que o valor do grau for menor, maior ou igual ao valor do parâmetro.

4.4. Limite parametrizado ILV (Inconsistent Limit Value): São condições parametrizadas pelo engenheiro do conhecimento com o objetivo de obter respostas aceitáveis como inconsistentes, nas condições em que o valor do grau for menor, maior ou igual ao valor do parâmetro.

5. Processamento: Nesta etapa, o objetivo deve ser executar o algoritmo do Analisador de Parâmetros para obter os parâmetros de acordo com a entrada dos dados.

6. Tomada de Decisão: Nesta etapa, o objetivo deve ser analisar o grau de contradição, que pode ter valor para cima e para baixo. Na existência de muita contradição (Gco), indica que não há certeza para auxiliar a tomada de decisão e, portanto, pode ser preciso buscar novas evidências. Já na existência de um baixo Gco, juntamente com um alto Gce, isso indica a possibilidade de uma análise conclusiva sobre a proposição.

Algoritmo Para-analisador

O algoritmo para-analisador traduz a análise paraconsistente por meio do exame dos valores dos graus de evidência favorável, evidência contrária, resultando em possíveis cálculos de valores utilizando graus de contradição e de certeza [3].

***/ Definições dos valores*/**

$V_{scc} = C_1$ */ Definição do valor superior de controle de certeza

$V_{icc} = C_2$ */ Definição do valor inferior de controle de certeza

$V_{sci} = C_3$ */ Definição do valor superior de controle de contradição

$V_{ici} = C_4$ */ Definição do valor inferior de controle de contradição

***/ Variáveis de entrada*/**

μ_1

μ_2

***/ Variáveis de saída */**

S_1 */ Saída discreta

S_{2a} */ Saída analógica

S_{2b} */ Saída discreta

***/ Expressões Matemáticas*/**

Sendo: $0 \leq \mu_1 \leq 1$ e $0 \leq \mu_2 \leq 1$

$$G_{ct} = \mu_1 + \mu_2 - 1$$

$$G_c = \mu_1 - \mu_2$$

***/ Determinação dos dados Lógicos Extremos*/**

Se $G_c \geq C_1$ então $S_1 = V$

Se $G_c \leq C_2$ então $S_1 = F$

Se $G_{ct} \geq C_3$ então $S_1 = T$

Se $G_{ct} \leq C_4$ então $S_1 = \perp$

***/ Determinação dos dados Lógicos Não Extremos*/**

Para $0 \leq G_c < C_1$ e $0 \leq G_{ct} < C_3$

se $G_c \geq G_{ct}$ então $S_1 = QV \rightarrow T$

senão $S_1 = T \rightarrow V$

Para $0 \leq G_c < C_1$ e $C_4 < G_{ct} \leq 0$

se $G_c \geq |G_{ct}|$ então $S_1 = QV \rightarrow \perp$

senão $S_1 = \perp \rightarrow V$

Para $C_2 < G_c \leq 0$ e $C_4 < G_{ct} \leq 0$

se $|G_c| \geq |G_{ct}|$ então $S_1 = QF \rightarrow \perp$

senão $S_1 = \perp \rightarrow f$

Para $C_2 < G_c \leq 0$ e $0 \leq G_{ct} < C_3$

se $|G_c| \geq G_{ct}$ então $S_1 = QF \rightarrow T$

senão $S_1 = T \rightarrow F$

$G_{ct} = S_{2a}$

$G_c = S_{2b}$

***/FIM*/**

Design Thinking

Considerada uma ferramenta que pode ser aplicada na prática com foco em integração de habilidades e mentalidade de forma inovadora para empresas, bem como para o ensino. Apresenta um processo que une a empatia, a criatividade e a racionalidade para concluir as necessidades do usuário para criar soluções com excelência e inovação.

Os pilares do *Design Thinking* são: empatia, colaboração e experimentação [15]. Para o desenvolvimento da empatia deve-se colocar na posição do outro para conseguir atingir o objetivo para se imaginar as mesmas circunstâncias. Já a colaboração está ligada à criação conjunta com a soma de experiências da equipe. Enquanto ao se referir a experimentação ocorre um aprendizado prático.

São cinco as etapas do *Design Thinking*: Empatia ou Imersão, Definição (Análise e Síntese), Ideação, Prototipação e Teste (Validação/Implementação).

1. Empatia: é essencial para os profissionais que utilizam o *Design Thinking*, onde o objetivo é entender melhor o usuário e suas necessidades.

2. Definição: deve-se fazer a análise e síntese do problema que utilizam um produto ou um serviço.

3. Ideação: deve-se entender as necessidades e os problemas dos usuários, passando a criação de ideias para o desenvolvimento do produto. A técnica do *Brainstorming* pode ser utilizada para estímulo desse processo criativo.

4. Prototipação: é quando se elabora um protótipo para que os usuários possam testar o produto.

5. Teste: deve-se fazer a validação e a implementação, pois depois da criação do protótipo, caso ainda existam problemas deve-se retornar a fase de Definição para análise de problemas.

Neste projeto esta metodologia será utilizada para criação do modelo da horta inteligente, onde:

I. Empatia: deve-se verificar qual a necessidade do usuário referente ao tipo de horta inteligente.

II. Definição: ao analisar-se as atividades da horta pode-se identificar alguns problemas na captura dos dados para uma irrigação assertiva.

III. Ideação: deve-se realizar a junção de ideias por meio de brainstorming para o grupo de trabalho que atuará no projeto da horta inteligente, para estimular o processo criativo.

IV. Prototipação: é quando se desenvolve o protótipo do projeto.

V. Testes: deve-se avaliar a implementação do Sistema de Irrigação da Horta Inteligente.

Utilização do Modelo

O desenvolvimento do projeto da horta inteligente utilizou as etapas do *Design Thinking* conforme descrito anteriormente. É importante definir o tipo de sistema de irrigação a ser usada e o que será plantado, na figura 2 é proposto a alface, por meio do display conectado a uma plataforma Arduino mostrara informações básicas sobre o sistema de irrigação, quantidade de água irrigada, e tempo da próxima irrigação.

A Lógica Paraconsistente auxiliara na tomada de decisão para o acionamento do sistema de irrigação, as entradas serão captadas por sensores que medirão a umidade do solo e sensores que medirão a temperatura, as entradas serão analisadas e processada. Após o processamento, executará a etapa de normalização dos dados, que é a transformação dos dados captados pelos sensores em um intervalo de 0 e 1. de acordo com o conceito da Lógica Et [1], o resultado da normalização determinara se o plantio será regado ou não, de acordo com os 12 estados que são apresentados na figura 1.

Dada uma saída com a possibilidade de irrigar a horta, o sistema de irrigação será acionado, a água será conduzida pelo cano de PVC até a planta. Para que a planta absorva melhor os nutrientes da água, será utilizado no modelo proposto o sistema de

irrigação por microaspersão de gotejamento, o sistema só vai parar quando a saída informar que não precisa mais irrigar.

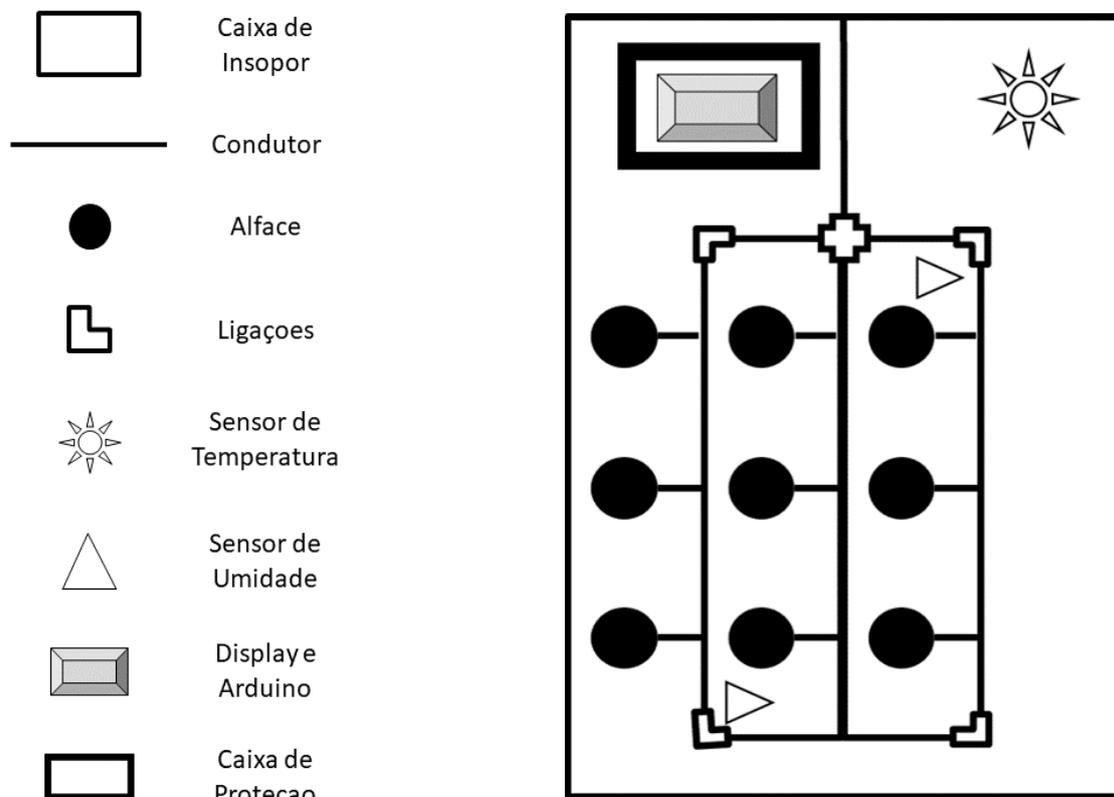


Figura 2 - *Design Thinking* do modelo proposto (Fonte: Autor)

Conclusão

Percebe-se a viabilidade do uso tecnológico da Lógica Et como apoio na irrigação do fluxo de água por tratar-se de dados coletados em sensores que possibilitam aplicar modelos matemáticos computacional para tomada de decisão. Propõe-se um modelo viável explanado por meio do *Design Thinking*.

Referências

[1]. ABE, Jair Minoro. **Paraconsistent Logics and Applications**. [Conferência] // Proceedings of the 4th International Workshop on Soft Computing Applications. - Budapest, Arad.: IEEE, 2010. - Vols. p.18, - pp. pp. 11–18.

[2]. ABE, J. M., S. AKAMA e K. NAKAMATSU, **Introduction to Annotated Logics - Foundations for Paracomplete and Paraconsistent Reasoning**, Series Title

Intelligent Systems Reference Library, Switzerland: Springer International Publishing, 2015.

[3]. ABE, J. M., **Paraconsistent Intelligent Based-Systems: New Trends in the Applications of Paraconsistency**, Germany: Springer, 2015.

[4]. AKAMA, S. **Towards Paraconsistent Engineering**, Intelligent Systems Reference Library, Germany: Springer, 2016.

[5]. BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agricultura de precisão / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2013. 36 p. ISBN 978-85-99851-90-6.

[6]. LIMA, Luiz Antonio. **Sistema especialista AITOD baseado na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et** / Luiz Antonio de Lima. - 2018. 98 f.: il. color. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2018.

[7]. LOPEZ Research. **IoT Research**. [Online]. Disponível em: https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/brand/iot/iot/pdfs/lopez_research_an_introduction_to_iiot_102413_final_portuguese.pdf. [Acessado: 05-out-2019]

[8]. L. ZHENG. **Technologies, applications, and governance in the internet of things**. IoT Global Technological and Societal Trends, 2011.

[9]. MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

[10]. N. C. A. DA COSTA, J. M. ABE, A. MUROLO e J. I. & L. C. F. S. DA SILVA FILHO, **Lógica paraconsistente aplicada**, São Paulo: Atlas, 1999.

[11]. PLANT, **Fazenda Urbana**. [Online]. Disponível em: <https://www.plant.eco.br/a-plant>. [Acessado: 05-out-2019].

[12]. RAY, Partha Pratim. **Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction**. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, vol. 9, no. 4, pp. 395-420, 2017

[13]. SERBENA, Cesar Antonio. **Revista da Faculdade de Direito – UFPR**, Curitiba, n.55, p.185-204, 2012.

[14]. STAFFORD, J. V. **Implementing Precision Agriculture in the 21st Century**. Journal of Agricultural Engineering Research, v. 76, p. 267-275, 2000. <http://dx.doi.org/10.1006/jaer.2000.0577>.

[15]. J. P. ROBERTS; T. R. FISHER; M. J. TROWBRIDGE; C. BENT. **A design thinking framework for healthcare management and innovation**. Healthcare, vol. 4, no 1, p. 11–14, mar. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2015.12.002>

[16]. **“Over 5 Billion Wireless Connectivity Chips Will Ship in 2013, Broadcom and Qualcomm are the Leading Suppliers”**. [Online]. Disponível em: <https://www.abiresearch.com/press/over-5-billion-wireless-connectivity-chips-will-sh/>.
[Acessado: 05-out-2019]

ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS

¹Giovanna Albertini, ²Jair M. Abe, ³Caique Z. Kirilo

^{1,2} Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção,
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil

³ Grupo de Pesquisa de Engenharia de *Software* Aplicada à Criação de Sistemas Críticos,
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil

anne.albertini@live.com, jairabe@uol.com.br, caiquez.kirilo@hotmail.com

Resumo

Neste capítulo é amplamente abordado o tema de redes neurais artificiais (RNA), bem como suas aplicações, concomitantemente com um estudo bibliográfico analítico do poder da utilização das RNAs como ferramenta de análise de dados. Apresenta-se ao leitor os conceitos básicos de seis importantes RNAs (Perceptron, Adaline, Madaline, Convolucionais, Boltzmann Machine e Paraconsistente).

Palavras-chave: Rede neural artificial, lógica paraconsistente, sistemas inteligentes, software.

Abstract

This chapter is widely addressed the theme of Artificial Neural Networks (ANN), as well as its applications, concomitantly with a bibliographical study analitico of power utilization of RNAs as a data analysis tool. It is presented to the reader the basic concepts of six important RNAs (Perceptron, Adaline, Madaline, Convolucionais, Boltzmann Machine and Paraconsistent).

Keywords: Artificial neural network, paraconsistent logic, intelligent systems, software.

Introdução

O estudo da inteligência humana e a capacidade de programação das máquinas a fim de implementar funções e ideias como se fossem reações humanas, deu origem às redes neurais artificiais com o conceito de operar como as redes neurais humanas e o interesse em copiar o funcionamento e estrutura do cérebro humano em um sistema, o que possibilita a implementação de sistemas inteligentes em cenários que necessitam de um raciocínio lógico, não linear e adaptação. Foi desenvolvido modelos de redes neurais

artificiais adaptadas para desempenhar funções específicas, variando em cenários podendo ser desde hospitalar até pesquisas avançadas.

O estudo das redes neurais artificiais analisa as limitações da programação e desempenho e estrutura como é possível aproximar o comportamento da máquina a inteligência humana, levando em consideração a complexidade do cérebro humano e a limitação das máquinas, entretanto, há possibilidade de moldar para desempenhar determinada função, como por exemplo, a programação da máquina para aprender a diferenciar as raças de um animal.

A ideia das redes neurais artificiais é a programação aproximada aos neurônios, podendo operar com vários neurônios artificiais simultaneamente, com funções de entrada de dados, processamento e saída das informações aplicadas a funções específicas, podendo trabalhar com a função multicamadas.

Esse estudo visa analisar o comportamento das redes neurais artificiais aprofundando as atividades e processos de processamento e discutir sobre os resultados do desempenho, apresentando os fundamentos teóricos da programação com o intuito de analisar o algoritmo e buscar novas formas de aplicação em sistemas de apoio à decisão.

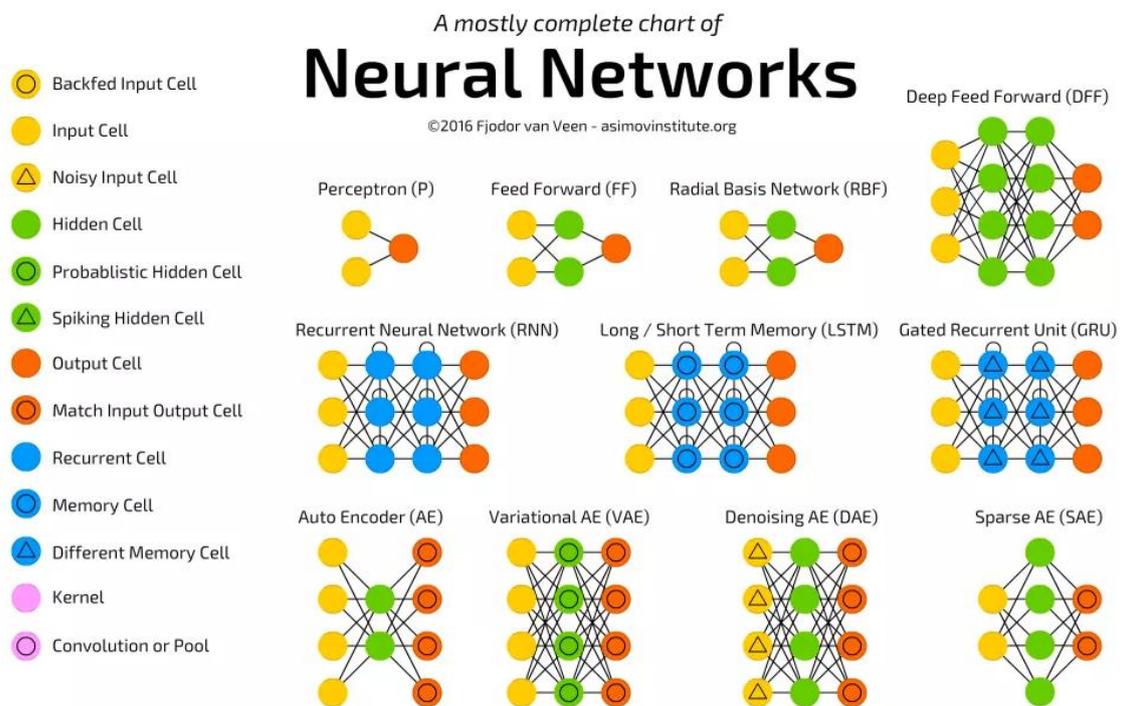


Figura 1 - Modelo de redes neurais artificiais [2]

Perceptron

A palavra em latim para o verbo compreender é “percipio” e sua forma supina é “perceptum”, ou seja, a rede deve ser capaz de compreender o mundo exterior. Esse algoritmo de aprendizagem supervisionada considera um período de treinamento (com valores de entrada e saída) para definir se uma nova entrada pertence a alguma classe específica ou não.

Origem

O tipo mais simples de rede neural artificial foi proposto em 1958 por Frank Rosenblatt, conhecido como perceptron. O Mark I Perceptron foi uma máquina projetada para reconhecimento de imagem e foi a primeira implementação do algoritmo. Tinha uma matriz de 400 fotocélulas, conectadas aleatoriamente aos “neurônios”. Os pesos foram codificados em potenciômetros, e as atualizações de peso durante a aprendizagem eram realizadas por motores elétricos. Atualmente, o algoritmo pode ser implantado em qualquer computador usando diversas linguagens de programação [5].

Metodologia

A rede perceptron pode ser de uma única camada ou de multicamadas, especificamente o objetivo dessa rede é classificar n padrões de entrada como pertencentes de uma determinada classe ou não e retornando com o resultado do processamento das informações. Tendo n número de entradas de dados, uma fórmula de processamento e uma saída de informação. Trata-se de uma aprendizagem supervisionada mantendo a correção de possíveis erros na análise para melhor desempenho [3].

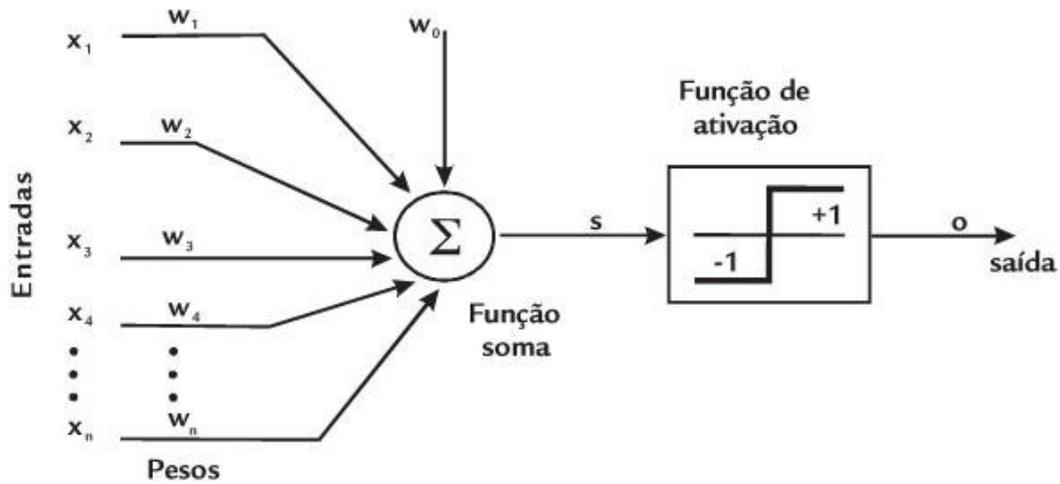


Figura 2 - Modelo de neurônio denominado perceptron [1]

Nesse modelo de neurônio, as variáveis apresentadas são as seguintes: x_i é a entrada do neurônio i ; w_i é o peso das sinapses i ; w_o é o viés ou *bias*; s é a saída intermediária; o é a saída ativada.

Por meio das entradas x_i , são apresentados os valores que se deseja processar. Os pesos das sinapses w_i (que representam o aprendizado da rede) assumirão valores que, aplicados aos valores de entrada, resultarão numa saída intermediária s . Tais pesos são atualizados por meio de um processo de treinamento prévio. A variável w_o , denominada viés (*bias*), não multiplica nenhuma entrada, possui valor fixo e funciona como uma espécie de ajuste fino [1].

Para se obter o valor da saída intermediária s , realiza-se o somatório da multiplicação entre as entradas e seus respectivos pesos numa função denominada soma, ou seja:

$$s = \sum (x_j w_{ij}) + w_o \quad (1)$$

A função denominada função de ativação ou de transferência modula a amplitude do intervalo do sinal de saída do neurônio para algum valor finito, normalmente no intervalo $[-1,1]$ ou $[0,1]$.

Das funções de ativação utilizáveis, a de uso mais comum é a sigmoideal, por apresentar algumas características vantajosas, tais como: continuidade, monotonicidade, não linearidade e diferenciabilidade em qualquer ponto. Sua expressão é:

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{(-\lambda s_i + \rho)}} \quad (2)$$

Onde ρ é a constante de translação da curva y_i e λ é a constante de inclinação da curva y_i .

Uma característica muito importante das RNAs é a capacidade de aprender por meio de treinamento e, com isso, melhorar seu desempenho, em termos de reprodução de uma saída desejada, partindo-se de um conjunto de entrada. A aprendizagem se completa quando a RNA chega a uma solução generalizada para uma classe de problemas [1].

Algoritmo em Python

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 ...
4     Implementação da rede neural Perceptron
5     w = w + N * (d(k) - y) * x(k)
6 ...
7
8 import random, copy
9
10 class Perceptron:
11
12     def __init__(self, amostras, saidas, taxa_aprendizado=0.1, epocas=1000, limiar=-1):
13
14         self.amostras = amostras # todas as amostras
15         self.saidas = saidas # saídas respectivas de cada amostra
16         self.taxa_aprendizado = taxa_aprendizado # taxa de aprendizado (entre 0 e 1)
17         self.epocas = epocas # número de épocas
18         self.limiar = limiar # limiar
19         self.num_amostras = len(amostras) # quantidade de amostras
20         self.num_amostra = len(amostras[0]) # quantidade de elementos por amostra
21         self.pesos = [] # vetor de pesos
22
23
24     # função para treinar a rede
25     def treinar(self):
26
27         # adiciona -1 para cada uma das amostras
28         for amostra in self.amostras:
29             amostra.insert(0, -1)
30
31         # inicia o vetor de pesos com valores aleatórios
32         for i in range(self.num_amostra):
33             self.pesos.append(random.random())
34
35         # insere o limiar no vetor de pesos
36         self.pesos.insert(0, self.limiar)
37
38         # inicia o contador de epocas
39         num_epocas = 0
40
41         while True:
42
43             erro = False # o erro inicialmente inexistente
44
45             # para todas as amostras de treinamento
46             for i in range(self.num_amostras):
47
48                 u = 0
49
50                 ...
51                 realiza o somatório, o limite (self.amostra + 1)
52                 é porque foi inserido o -1 para cada amostra
53                 ...
```

```
54         for j in range(self.num_amostra + 1):
55             u += self.pesos[j] * self.amostras[i][j]
56
57         # obtém a saída da rede utilizando a função de ativação
58         y = self.sinal(u)
59
60         # verifica se a saída da rede é diferente da saída desejada
61         if y != self.saidas[i]:
62
63             # calcula o erro: subtração entre a saída desejada e a saída da rede
64             erro_aux = self.saidas[i] - y
65
66             # faz o ajuste dos pesos para cada elemento da amostra
67             for j in range(self.num_amostra + 1):
68                 self.pesos[j] = self.pesos[j] + self.taxa_aprendizado * erro_aux * self.amostras
69
70             erro = True # ainda existe erro
71
72         # incrementa o número de épocas
73         num_epocas += 1
74
75         # critério de parada é pelo número de épocas ou se não existir erro
76         if num_epocas > self.epocas or not erro:
77             break
78
79
80     # função utilizada para testar a rede
81     # recebe uma amostra a ser classificada e os nomes das classes
82     # utiliza a função sinal, se é -1 então é classe1, senão é classe2
83     def testar(self, amostra, classe1, classe2):
84
85         # insere o -1
86         amostra.insert(0, -1)
87
88         # utiliza o vetor de pesos que foi ajustado na fase de treinamento
89         u = 0
90         for i in range(self.num_amostra + 1):
91             u += self.pesos[i] * amostra[i]
92
93         # calcula a saída da rede
94         y = self.sinal(u)
95
96         # verifica a qual classe pertence
97         if y == -1:
98             print('A amostra pertence a classe %s' % classe1)
99         else:
100            print('A amostra pertence a classe %s' % classe2)
101
102
103     # função de ativação: degrau bipolar (sinal)
104     def sinal(self, u):
105         return 1 if u >= 0 else -1
106
107
108     print('\nA ou B?\n')
109
110     # amostras: um total de 4 amostras
111     amostras = [[0.1, 0.4, 0.7], [0.3, 0.7, 0.2],
112                [0.6, 0.9, 0.8], [0.5, 0.7, 0.1]]
113
114     # saídas desejadas de cada amostra
115     saidas = [1, -1, -1, 1]
116
117     # conjunto de amostras de testes
118     testes = copy.deepcopy(amostras)
119
120     # cria uma rede Perceptron
121     rede = Perceptron(amostras=amostras, saidas=saidas,
122                       taxa_aprendizado=0.1, epocas=1000)
123
124     # treina a rede
125     rede.treinar()
126
127     # testando a rede
128     for teste in testes:
129         rede.testar(teste, 'A', 'B')
```

Figura 3 - Código em Python da rede neural Perceptron [7]

Adaline

A Adaline (Adaptative Linear Neuron) foi desenvolvida por Widrow e Hoff em 1959. Foi criada anos depois do aparecimento do Perceptron e é um clássico modelo de neurônio que permite saídas tanto diretas quanto contínuas e pode ser usado para tarefas de classificação e regressão. Para estas tarefas, o Adaline apresenta uma regra de aprendizado sofisticado, a Regra Delta, que se trata de um método de regressão linear que diminuía a cada exemplo a distância entre a saída obtida e a desejada por meio de adaptações graduais dos pesos do Perceptron [8].

Origem

A rede Adaline (Adaptive Linear Element) criada na década de 60 segue a mesma linha de aprendizado supervisionado, com n entradas de sinais (x) e apenas uma saída de valor (y). Nessa rede é utilizado o bloco de verificação de erro, com o intuito de analisar e alterar valores dos pesos para então, ativar a função de ativação (g).

Metodologia

O Adaline é similar ao Perceptron, com diferença apenas pelo seu algoritmo de treinamento. Enquanto o Perceptron ajusta os pesos somente quando um padrão é classificado incorretamente, o Adaline utiliza a regra Delta para minimizar o erro médio (MSE) após cada padrão ser apresentado, ajustando os pesos proporcionalmente ao erro.

A regra Delta foi projetada para eliminar a deficiência do algoritmo de treinamento do perceptron quando são apresentados dados não linearmente separáveis. Ela simplesmente converge até um valor desejado aproximado, onde a função tem taxa de variação máxima. Para isso, ela utiliza de um algoritmo de gradiente descendente, com a intenção de diminuir o valor da função de erro. Este algoritmo pode ser visto como uma "caminhada" no domínio da função do erro, em que cada passo é feito no sentido oposto ao gradiente da função no ponto atual [8].

Algoritmo em Python

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 #####
3 #
4 # Copyright 2008 -Marcel Pinheiro Caraciolo- #
5 # Email: caraciol@gmail.com #
6 #
7 # -- Adaline Neural Net snippet code #
8 # -- Version: 0.1 - 12/12/2008 #
9 #####
10
11 #Snippet Neuron
12
13 from random import random
14
15 class Neuron:
16
17
18 def __init__(self,data,learningRate = 0.0000002, biasError = 0.01, bias = 1):
19     self._learning_rate = learningRate
20     #Threshold representing the bias (b of the equation y=ax+b)
21     self._biasError = biasError
22     self._bias = bias
23     self._input,self._output = data
24     #Randomise weights (Put one more entry for the weights vector to the bias).
25     self._weight = map(lambda x: x*random(), [0] * (len(self._input)+1))
26     #print self._weight
27     self._y = None
28     self._global_error = 1.0
29
30 def train(self,data):
31     self._input,self._output = data
32     #Append the bias into the input vector.
33     #bug in python @todo: FIX IT.
34     if len(self._input) == 1:
35         self._input.append(self._bias)
36
37     #Calculate output.
38     self._y = self._calculateOutput()
39     #Calculate error.
40     if self._error() > self._biasError:
41         #Update weights.
42         self._adjustWeight()
43
44
45
46
47 def calculateGlobalError(self,data):
48     self._input,self._output = data
49     #Append the bias into the input vector.
50     #bug in python @todo: FIX IT.
51     if len(self._input) == 1:
52         self._input.append(self._bias)
53     #Calculate output.
54     self._y = self._calculateOutput()
```

```
55 #Calculate the local error.
56 localError = abs(self._error())
57 if localError > self._biasError:
58     #Calculate the Global Error
59     self._global_error += localError
60
61 def execute(self,input):
62     self._input = input
63     #Calculate output.
64     self._y = self._calculateOutput()
65     return self._y
66
67 def _calculateOutput(self):
68     #return (self._weight[0] * self._input[0] + self._weight[1])
69     return sum(map(lambda x,y: x*y, self._input,self._weight))
70
71 def _error(self):
72     return self._output - self._y
73
74 def _adjustWeight(self):
75     self._weight = map(lambda x,y: x + (y*self._learning_rate*self._error()),self._weight,self._input)
76     #self._weight[0] += self._input[0] * self._learning_rate * self._error()
77     #self._weight[1] += self._learning_rate * self._error()
78
79 def getGlobalError(self):
80     return self._global_error
81
82 def getWeights(self):
83     return self._weight
84
85 def resetGlobalError(self):
86     self._global_error = 0.0
```

Figura 4 - Código em Python da rede neural Adaline [8]

Madaline

A rede Madaline foi desenvolvida logo após a Adaline com o intuito de ser sua extensão, ou seja, capaz de trabalhar com vários elementos Adaline para problemas mais complexos, sua arquitetura possui uma camada oculta composta por várias Adaline.

Origem

A rede Madaline (Many Adaline) tem sua origem na Universidade de Stanford, desenvolvida por Widrow em 1962, com diversos Adalines conectados com uma função lógica na saída para resolução única do conjunto.

Metodologia

A rede Madaline é uma extensão da Adaline, onde possui uma camada de entrada, uma camada de elementos adaline (camada oculta) e a camada de saída. A camada de saída possui várias maneiras para ser calculada, como exemplo, se há algum padrão na entrada, a saída tende a possuir o mesmo resultado (uma rede onde a maioria dos elementos é + 1 então a saída é +1), mantendo sua saída binária, sendo utilizado apenas em questões de classificação em duas classes [6].

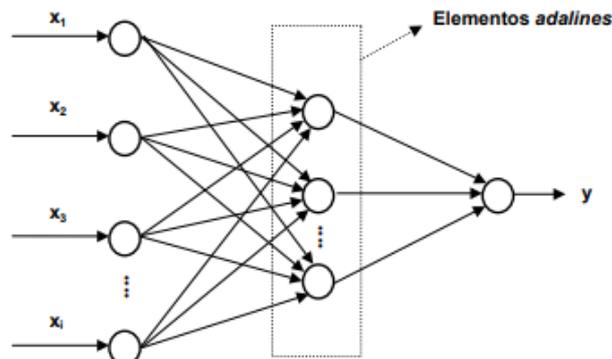


Figura 5 - Modelo de Elementos adalines

Algoritmo em Python

```
1 function [ W ] = Madaline( dados, qtd_classes, qtd_atributos, taxa_apre, epocas )
2     %UNTITLED3 Summary of this function goes here
3     % Detailed explanation goes here
4
5     dados = horzcat(-ones(size(dados, 1), 1), dados);
6     W = rand (qtd_classes, qtd_atributos+1);
7
8     for i=1:epocas
9         dados = dados(randperm(size(dados, 1)), :);
10        x = dados(:, 1:size(dados, 2)-qtd_classes);
11        d = dados(:, size(x, 2)+1:size(dados, 2));
12
13        for j=1:size(x, 1);
14            y = ativar(W*x(j, :));
15            erro = (d(j, :)-y);
16            W = W + (taxa_apre*erro'*x(j, :));
17        end
18    end
19    % RESOLUCAO COM O OLAM
20    % W = (x\d)';
21 end
```

Figura 6 - Código em Python da rede neural Madaline [9]

Convolucionais

Rede Neural Convolutacional (ou Convolutional Neural Network - CNN) é uma variação das redes de Perceptrons de Múltiplas Camadas, tendo sido inspirada no processo biológico de processamentos de dados visuais.

Origem

Desenvolvida em meados dos anos 70, a Rede Neural Convolutacional (ConvNet / Convolutional Neural Network / CNN) é um algoritmo de Aprendizado Profundo que pode captar uma imagem de entrada, atribuir importância (pesos e vieses que podem ser aprendidos) a vários aspectos / objetos da imagem e ser capaz de diferenciar um do outro. O pré-processamento exigido em uma ConvNet é muito menor em comparação com outros algoritmos de classificação.

Metodologia

Uma rede neural convolutacional consiste em múltiplas partes com funções diferentes. Inicialmente é comum aplicar sobre o dado de entrada camadas ditas de convolução. Uma camada de convolução é composta por diversos neurônios, cada um responsável por aplicar um filtro em um pedaço específico da imagem. Podemos imaginar cada neurônio sendo conectado a um conjunto de pixels da camada anterior e que a cada uma dessas conexões se atribui um peso. A combinação das entradas de um neurônio, utilizando os pesos respectivos de cada uma de suas conexões, produz uma saída passada para a camada seguinte. Os pesos atribuídos às conexões de um neurônio podem ser interpretados como uma matriz que representa o filtro de uma convolução de imagens no domínio espacial (conhecido também como kernel ou máscara). Enquanto na formulação de perceptrons clássica um neurônio é conectado a todos os neurônios da camada anterior, dito completamente conectado, nas CNNs apenas um subconjunto de entradas é conectado a cada neurônio. Com a mudança de arquitetura, as redes neurais convolucionais passam a realizar análise de campos receptivos locais (local receptive fields) [5].

Outra diferença notável nas redes neurais convolucionais é a capacidade de criar filtros nD. Como os filtros são definidos com o processo de treinamento da rede, é possível definir filtros com largura, altura e um parâmetro de profundidade atravessando múltiplos canais. Filtros clássicos de processamento de imagens dificilmente possuem tal característica, a grande maioria deles é 2D. A possibilidade das redes neurais convolucionais conseguirem misturar múltiplos mapas de features ao mesmo tempo as permite extrair características cada vez mais complexas, sendo um grande diferencial deste modelo, em comparação com técnicas clássicas. Assim, elas são capazes de

sozinhas criar filtros extremamente complexos aproveitando ao máximo as informações provenientes dos dados de treinamento. A figura abaixo mostra a arquitetura de uma rede neural convolucional.

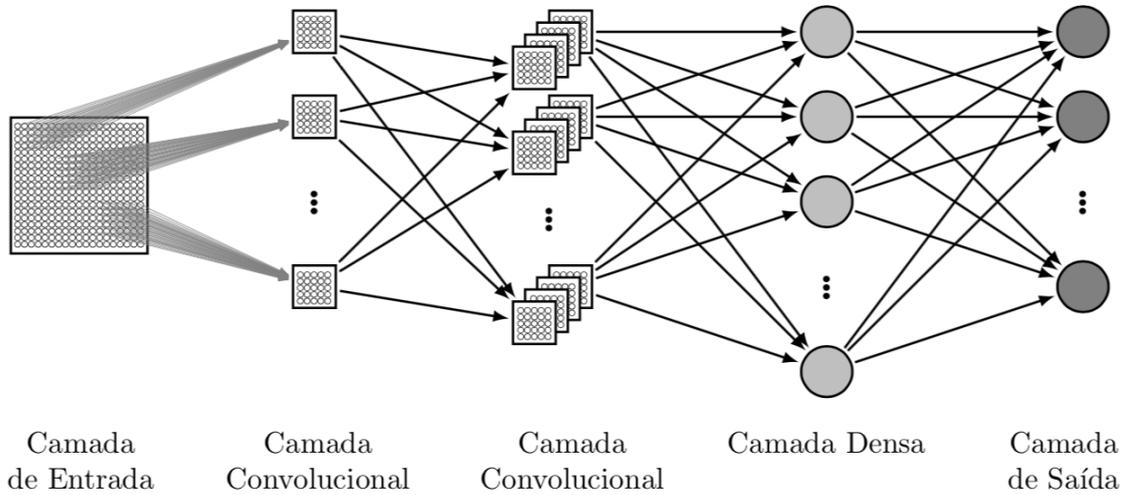


Figura 7 - Modelo de Convolucionais

Aplicação

```
def model():
    model = Sequential()

    model.add(Conv2D(30, (5, 5), input_shape=(1, 28, 28), activation='relu'))
    model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))

    model.add(Conv2D(15, (3, 3), input_shape=(1, 28, 28), activation='relu'))
    model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))

    model.add(Dropout(0.2))
    model.add(Flatten())

    model.add(Dense(128, activation='relu'))
    model.add(Dense(64, activation='relu'))
    model.add(Dense(32, activation='relu'))

    model.add(Dense(num_classes, activation='softmax', name='predict'))

    model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])

    return model
```

```
def load_data():
    (x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()

    x_train = x_train.reshape(x_train.shape[0], 1, 28, 28).astype('float32')
    x_test = x_test.reshape(x_test.shape[0], 1, 28, 28).astype('float32')

    x_train = x_train / 255
    x_test = x_test / 255

    y_train = np_utils.to_categorical(y_train)
    y_test = np_utils.to_categorical(y_test)

    return x_train, y_train, x_test, y_test
```

```
x_train, y_train, x_test, y_test = load_data()
num_classes = y_test.shape[1]

# O model será exportado para este arquivo
filename='mnistneuralnet.h5'
```

```
In [22]: from keras.datasets import mnist
         from keras.models import Sequential
         from keras.layers import Dense
         from keras.layers import Dropout
         from keras.layers import Flatten
         from keras.layers.convolutional import Conv2D
         from keras.layers.convolutional import MaxPooling2D
         import numpy as np
         from matplotlib import pyplot as plt
         from keras.utils import np_utils
         import cv2
         import os

         from keras import backend as K
         K.set_image_dim_ordering('th')

         %matplotlib inline

         seed = 7
         np.random.seed(seed)
```

Figura 8 - Código em Python da rede neural Madaline [10]

Aprendizado Supervisionado, Semi Supervisionado e Não Supervisionado

Os aprendizados Conexionista descreve-se em um processo progressivo e frequente, onde os pesos da rede podem sofrer com alterações constantes conforme o processo é realizado, acompanhando a regra de aprendizado que define como acontece a alteração dos pesos. Esse processo necessita de um conjunto de dados para ser realizado, como base de dados. Cada atividade dentro do processo desenvolve a adaptação dos pesos

juntamente com o conjunto de dados disponibilizados, é conhecida como "Época de aprendizado" onde podem ser classificados em três importantes classes:

Supervisionado

Aprendizado Supervisionado é o comportamento modelo disponibilizado para ensinar a rede. Dessa forma, a rede deve aprender a calcular a diferença entre o comportamento atual e o comportamento modelo e então, realizar a correção dos pesos a fim de restringir o erro. Pode ser utilizado para programar a rede a fim de diferenciar dados diferentes e divergentes do modelo proposto [4].

Semi Supervisionado

Aprendizado Semi Supervisionado o usuário não possui instruções ou informações precisas para sua rede, é calculado a possibilidade de um imprevisto acontecer mas não qual a próxima atividade que a rede pode desempenhar caso ocorra, como por exemplo, a programação de um dispositivo que execute o processo de seguir um trajeto, mas que é informado sobre a possibilidade de encontrar um objeto no meio do caminho, impossibilitando sua locomoção mas não informando qual direção seguir [4].

Não Supervisionado

Aprendizado não supervisionado é a modificação dos pesos dentro da rede devido às funções de critérios, tais como, a iteração de funções de ativação simultaneamente de vários neurônios diferentes. Neste aprendizado a rede não recebe nenhuma instrução ou critério para classificar as informações que recebe, desenvolve independentemente as relações e cria sua própria estrutura para classificar as entradas. Como por exemplo, utilizar a rede para diferenciar categorias sem informar os exemplos de classe com as informações necessárias.

Conclusão

O aprendizado Conexionista necessita de uma grande quantidade de informações que são associados em uma base de aprendizado. Conforme for decidida a maneira de aprendizado da rede, é necessário alimentar com outro conjunto de dados para calcular o

aprendizado desenvolvido pela rede. Os conjuntos adicionais que podem ser agregados à rede são conhecidos como “conjunto de teste de generalização”.

É chamada de generalização a habilidade de um modelo de aprendizado conseguir realizar a análise e apresentar resultados positivos às situações que são propostas, uma vez que essas situações não estão presentes na base de aprendizado. A aptidão de generalizar corresponde ao fundamento na tarefa de aprendizagem.

Referências

- [1] MEDEIROS, L. F. de. **Redes neurais em Delphi**. (2. Ed.). Florianópolis: Visual Books, 2006. 210 p.
- [2] S. KOJOUHAROV. **Cheat Sheets for AI, Neural Networks, Machine Learning, Deep Learning & Big Data**, Medium, 21-jan-2019. [Online]. Disponível em: <https://becominghuman.ai/cheat-sheets-for-ai-neural-networks-machine-learning-deeplearning-big-data-678c51b4b463>. Acessado: 10-mai-2019.
- [3] Rafael SAKURAI. **Implementando a estrutura de uma Rede Neural Convolutacional utilizando o MapReduce do Spark**. 20-dez-2017 [Online]. Disponível em: <http://rafaelsakurai.github.io/cnn-mapreduce/>. Acessado: 10-fev-2019.
- [4] BITTERCOUNT, J. Ricardo; OSÓRIO, F. **Sistemas Inteligentes baseados em Redes Neurais Artificiais aplicados ao Processamento de Imagens**, 2000.
- [5] GUAZZELI, A. **Fundamentos de Modelos de Redes Neurais e seus métodos de aplicação no reconhecimento de caracteres**, 1992.
- [6] Teixeira, R. L. **Uma metodologia de projeto de controladores híbridos inteligentes com aplicação de controle ativo de vibrações mecânicas**, 2001
- [7] GITHUB. **Python - Implementação da rede neural Perceptron**. *Gist*. [Online]. Disponível em: <https://gist.github.com/marcoscastro/491bd5837815fe11181dce6c50f457ee>. Acessado: 10-fev-2019.

[8] Marcel Pinheiro CARACIOLO. [Artigo]: **Introduzindo Redes Neurais e Adaline - Artificial Intelligence in Motion**, 21-dez-2008. [Online]. Disponível em: <http://aimotion.blogspot.com/2008/12/ol-todos-nesse-post-irei-apresentar.html>.

Acessado: 10-fev-2019.

[9] **Madaline**, GitHub. [Online]. Disponível em: <https://github.com/Igor03/rna-trabalho-final/blob/master/MADALINE/Madaline.m>. Acessado: 10-fev-2019.

[10] **keras-cnn-handwriting-mnist**, GitHub. [Online]. Disponível em: [https://github.com/luisfredgs/keras-cnn-handwriting-mnist/blob/master/cnn-keras-](https://github.com/luisfredgs/keras-cnn-handwriting-mnist/blob/master/cnn-keras-mnist-notebook.ipynb)

[mnist-notebook.ipynb](https://github.com/luisfredgs/keras-cnn-handwriting-mnist/blob/master/cnn-keras-mnist-notebook.ipynb).

Acessado:

10-fev-2019.

USO DA LÓGICA PARACONSISTENTE NA ELUCIDAÇÃO DA AUTORIA DELITIVA DO CRIME ROUBO (PRATICADO A TRANSEUNTES) SOB A CIRCUNSCRIÇÃO DA DELEGACIA SECCIONAL DE SANTO ANDRÉ

Hugo G. Insua, Jair M. Abe, Luiz A.de Lima, Jonatas S. Souza
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
hugoginsua@gmail.com, jairabe@uol.com.br, luiz@wcisp.com.br,
jonatas1516@gmail.com

Resumo

Há, no Brasil, larga identificação de crimes dispostos em inúmeros dispositivos legais, tais como: Código de Defesa do Consumidor, Código Penal, Estatuto do Idoso, entre outros. No Brasil, a porcentagem de presos que reincidem no crime, segundo relatório do IPEA-2015, dependendo da metodologia aplicada, varia entre 30% e 70%. O amplo conjunto de crimes é caracterizado pelas suas particularidades específicas principalmente no modo de agir. Isto reflete diretamente na identificação de seus autores necessitando assim de atos investigatórios distintos. O texto é um estudo que possibilita facilitar o esclarecimento da autoria delitiva do crime roubo, especificamente o praticado a transeuntes, que ocorre dentro da circunscrição da Delegacia Seccional de Santo André com apoio da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $\epsilon\tau$. A Lógica Paraconsistente permite a análise de informações oriundas de bases de dados ou históricos. Em posse dessa análise, torna-se possível auxiliar a tomada de decisões baseadas em dados contraditórios, falsos positivos, verdadeiros. Este capítulo destina-se a analisar o uso dessa Lógica em informações pertinentes à ocorrência de roubos sob a circunscrição da Delegacia Seccional de Santo André.

Palavras-chave: Crimes, Roubos, Lógica Não Clássica, Lógica Paraconsistente, Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $\epsilon\tau$, Tomada de Decisão.

Abstract

In Brazil, there is a wide identification of crimes arranged in numerous legal provisions, such as: Consumer Protection Code, Penal Code, Elderly Statute, among others. In

Brazil, the percentage of prisoners who repeat crime, according to IPEA-2015 report, depending on the methodology applied, varies between 30% and 70%. The wide range of crimes is characterized by their specific particularities mainly in the way they act. This reflects directly on the identification of their authors thus requiring distinct investigative acts. The text is a study that makes it possible to clarify the criminal authorship of theft crime, specifically the one practiced to passers-by, which occur within the circumscription of the Santo André Sectional Precinct with the support of Paraconsistent Annotated Evidential Logic Et . Paraconsistent Logic allows the analysis of information from databases or historical. With this analysis, it becomes possible to assist in decision making based on contradictory, false positive, true data. This chapter is intended to analyze the use of this Logic in information pertinent to the occurrence of thefts under the circumscription of the Sectional De Santo André Police Station.

Keywords: Crimes, Theft, Non-Classical Logic, Paraconsistent Logic, Paraconsistent Annotated Evidential Logic Et , Decision-Making.

Introdução

O tema segurança pública, no Brasil, sempre foi destaque nas campanhas eleitorais, nas mídias e nas conversas sociais. Isto posto pelo Brasil sofrer de números elevados de violência se comparados aos demais países do globo. A relevância do problema de segurança pública tem tal dimensão que uma simples pesquisa no sítio eletrônico de busca Google, apenas em sua primeira página, no período compreendido entre os anos 2015/2019, com as palavras-chave comparação da violência entre Brasil e o mundo [1], mostra que o Brasil é um destaque negativo no tema Segurança Pública e Violência.



Figura 18 - comparação da violência entre Brasil e o mundo [1].

Obviamente a violência, sob a perspectiva criminal, pode ser estudada por meio de vários aspectos, não esgotados nos exemplos a seguir. Pode-se estudar Segurança Pública a partir de suas causas, seus custos e suas consequências na sociedade como um todo. Pode ser estudada também no diz respeito às penas impostas a um crime ou ao processo de como julgar o autor de um delito.

É imperativo que qualquer que seja o aspecto que se dará aos estudos sobre criminalidade, é condição básica que se conheça os atores ativos da violência, ou seja, o criminoso, sob pena destes estudos não alcançarem os resultados almejados. Trataremos neste texto a elucidação da autoria delitiva do crime roubo, especificamente o praticado a transeuntes, que ocorre dentro da circunscrição da Delegacia Seccional de Santo André.

Do crime e do roubo

O conceito de crime remonta a própria existência do Homem. Como ser social, sempre houve ações que iam contra aos valores cultivados pelo grupo. Assim "a história do direito penal é a história da humanidade. Ele surge com o homem e o acompanha por meio dos tempos, isso porque o crime, qual sombra sinistra, nunca dele se afastou." [2].

Apesar de ser o crime um fenômeno social, as tentativas de conceituá-lo esbarraram na dificuldade de delimitação, tanto que, nem mesmo no Código Penal, exista tal definição. No Brasil, de acordo com a Lei de Introdução ao Código Penal, em seu primeiro artigo, há tentativa de conceituar crime e contravenção:

Art. 1º Considera-se crime a infração penal que a lei comina pena de reclusão ou de detenção, quer isoladamente, quer alternativa ou cumulativamente com a pena de multa; contravenção, a infração penal a que a lei comina, isoladamente, pena de prisão simples ou de multa, ou ambas, alternativa ou cumulativamente. [3] (Decreto-Lei 3914/41)

Observa-se na definição acima que não há uma concepção geral do que é crime, mas apenas o define de acordo com a pena. Por essa razão tal conceito não abrange o que se entende por crime, deixando à Doutrina tal encargo.

Hoje, mais aceito pela Doutrina é o conceito analítico tripartido do crime, ou seja, crime é todo fato típico, antijurídico e culpável, conforme asseveram os doutrinadores Francisco Assis de Toledo (1999), José Frederico Marques (1997), Guilherme Nucci (2013), David Teixeira de Azevedo, Hanz Welzel (2001).

“Substancialmente, o crime é um fato humano que lesa ou expõe a perigo bem jurídico (jurídico-penal) protegido. Essa definição é, porém, insuficiente para a dogmática penal, que necessita de outra mais analítica, apta a pôr à mostra os aspectos essenciais ou os elementos estruturais do conceito de crime. E dentre as várias definições analíticas que têm sido propostas por importantes penalistas, parece-nos mais aceitável a que considera as três notas fundamentais do fato crime, a saber: ação típica (tipicidade), ilícita ou antijurídica (ilicitude) e culpável (culpabilidade). O crime, nessa concepção que adotamos, é, pois, ação típica, ilícita e culpável.” [4] (TOLEDO,1999. p.80)

Esse modelo tripartido do que é crime se justifica, segundo o doutrinador por

[...] “que com a exclusão da culpabilidade do conceito de crime teríamos que considerar criminoso o menor de 18 anos simplesmente porque praticou um fato típico e antijurídico ou aquele que, sob coação moral irresistível, fez o mesmo; o que sabidamente seria equivocado tecnicamente. [5] (NUCCI,2013, p.117)

Esclarecido o que a Doutrina Penal Brasileira entende por crime, passamos então ao tipo penal Roubo. O Decreto-Lei 2848/40 estabeleceu no caput do artigo 157 esse tipo penal, que especifica a conduta antijurídica estabelecendo que:

Subtrair coisa móvel alheia, para si ou para outrem, mediante grave ameaça ou violência a pessoa, ou depois de havê-la, por qualquer meio, reduzido à impossibilidade de resistência: Pena - reclusão, de quatro a dez anos, e multa. [6] (Decreto-Lei 2848/40, Art. 157)

Nota-se pelo *caput* do referenciado artigo que o bem tutelado pelo Estado é o patrimônio material da sociedade e que crime de roubo se caracteriza pela violência contra a vítima. Dessa forma, o legislador estabeleceu condutas que majoram e que qualificam esse tipo penal:

§ 1º - Na mesma pena incorre quem, logo depois de subtraída a coisa, emprega violência contra pessoa ou grave ameaça, a fim de assegurar a impunidade do crime ou a detenção da coisa para si ou para terceiro.

§ 2º A pena aumenta-se de 1/3 (um terço) até metade: (Redação dada pela Lei nº 13.654, de 2018)

I – (revogado); (Redação dada pela Lei nº 13.654, de 2018)

II - se há o concurso de duas ou mais pessoas;

III - se a vítima está em serviço de transporte de valores e o agente conhece tal circunstância.

IV - se a subtração for de veículo automotor que venha a ser transportado para outro Estado ou para o exterior; (Incluído pela Lei nº 9.426, de 1996)

V - se o agente mantém a vítima em seu poder, restringindo sua liberdade. (Incluído pela Lei nº 9.426, de 1996)

VI – se a subtração for de substâncias explosivas ou de acessórios que, conjunta ou isoladamente, possibilitem sua fabricação, montagem ou emprego. (Incluído pela Lei nº 13.654, de 2018)

§ 2º -A A pena aumenta-se de 2/3 (dois terços): (Incluído pela Lei nº 13.654, de 2018)

I – se a violência ou ameaça é exercida com emprego de arma de fogo; (Incluído pela Lei nº 13.654, de 2018)

II – se há destruição ou rompimento de obstáculo mediante o emprego de explosivo ou de artefato análogo que cause perigo comum. (Incluído pela Lei nº 13.654, de 2018)

§ 3º Se da violência resulta: (Redação dada pela Lei nº 13.654, de 2018)

I – lesão corporal grave, a pena é de reclusão de 7 (sete) a 18 (dezoito) anos, e multa; (Incluído pela Lei nº 13.654, de 2018)

II – morte, a pena é de reclusão de 20 (vinte) a 30 (trinta) anos, e multa. (Incluído pela Lei nº 13.654, de 2018)

Melhor explicando, o parágrafo 1º nada mais é do que o furto, mas por força das circunstâncias o agente criminoso, para manter a posse da res furtiva ou para que não seja pego, exerce a violência. Já no parágrafo 2º, tanto a parte revogada, quanto a nova parte incluída pela Lei nº 13654/18, temos o roubo majorado, ou seja, quando específicas condutas do agente do roubo aumentam o tempo de pena de 1/3 a 2/3. Entretanto no parágrafo 3º em seu inciso II é discriminado o crime popularmente conhecido com latrocínio, que é quando o ladravaz, no uso da violência descrita no caput do artigo 157 causa a morte da vítima. Neste caso, o roubo é considerado qualificado, pois o crime de latrocínio é hediondo.

O Roubo no Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [8], estimou 45.538.936 habitantes em 2018, registrou, conforme dados da Secretaria de Segurança Pública de São Paulo (SSP-SP) [9] neste mesmo ano mais de 272 mil ocorrências de roubo, exceto roubo de veículos, gerando uma taxa de 598,08 roubos/100 mil habitantes. Se contabilizar a modalidade roubo de veículos, somar-se-ia mais 58970 registros.

Por outro lado, ainda segundo a mesma fonte, somando-se os menores apreendidos e as pessoas presas, ambos em flagrante e em todas as modalidades criminais alcançam-se o número de 142.920 pessoas, ou seja, o número de pessoas que perderam a liberdade representa menos que a metade dos roubos registrados.

O Modelo de Segurança Pública no Brasil

A Segurança Pública descrita no artigo 144º do Capítulo III do Título V da Constituição Federal [10] (CF) de 1988 é clara ao estabelecer Segurança Pública como dever do Estado, todavia assevera ser um direito e também responsabilidade de todos. A função dela é manter a ordem pública, afastar de perigo as pessoas e manter a segurança do patrimônio.

Para isso, criou órgãos permanentes denominados de Polícia. Cada Polícia tem suas atribuições, que neste trabalho daremos ênfase apenas nas responsabilidades da Polícia Militar e principalmente da Polícia Civil. Preceituam os parágrafos 3º e 4º do artigo 144º da C.F que cabe as Polícias Cíveis a função de Polícia Judiciária, ou seja, de Polícia Investigativa, que dirigida por Delegados de Polícia de Carreira apuram a materialidade e autoria dos crimes, ressalvados os crimes de competência da União e os Militares, para que estes autores sofram o devido processo legal. Já a Polícia Militar, cabe a preservação da Ordem Pública e o patrulhamento ostensivo. Assim, cabe a Polícia Militar, que ao capturar alguém em flagrante delito, conduza-o a Autoridade Policial (Delegado de Polícia) para que este dê andamento aos atos de Polícia Judiciária.

Investigação Criminal– Norma Legal

Inexiste no arcabouço jurídico brasileiro qualquer conceituação que defina investigação criminal, entretanto, a Constituição Federal, o Código de Processo Penal [11] e a Lei 12830/13 [12] mencionam a atividade de investigação sem conceituá-la. Ficamos, portanto, apenas com os objetivos esperados pela investigação, que conforme preceitua nossa Lei Maior é a apuração das infrações penais.

A investigação como atividade humana, é gênese de todo conhecimento, tudo se origina do saber. Neste contexto, a investigação criminal é início da persecução penal, ou seja, é o ponto de partida da verificação de algum fato que se suponha típico, antijurídico e culpável.

Diferentemente, da investigação para satisfação pessoal da curiosidade ou para desenvolvimento cultural ou do intelecto do indivíduo, no direito criminal, esta atividade é uma obrigação estabelecida e disciplinada por normas dentro dos dispositivos legais nacionais, almejando, antes de tudo, o interesse público. Infere-se, portanto, que a investigação criminal é condição sine qua non do sistema de justiça criminal, pois conforme o doutrinador, reflete a "necessidade de pesquisa da verdade

real e dos meios de poder prová-la em juízo" [13], dando assim condições à justa aplicação da lei penal.

Por fim, e com o escopo de estabelecer a competência da investigação criminal, o caput do artigo 2º, da Lei 12.830/13, estabelece que "as funções de polícia judiciária e a apuração de infrações penais exercidas pelo delegado de polícia são de natureza jurídica, essenciais e exclusivas de Estado", assim como, no §2º, do mesmo diploma legal, onde se preceitua que "ao delegado de polícia, na qualidade de autoridade policial, cabe a condução da investigação criminal por meio de inquérito policial ou outro procedimento previsto em lei, que tem como objetivo a apuração das circunstâncias, da materialidade e da autoria das infrações penais".

Investigação do Policial- Metodologia

De maneira geral, independentemente do tipo penal ora em investigação, cabe ao investigador planejar de maneira racional o caminho a ser trilhar. Duas ferramentas indispensáveis são o método e a lógica [14], o primeiro significa o caminho para determinado fim, enquanto a segunda é o ramo da filosofia que estuda as formas de pensar, como por exemplo a dedução, a indução, a hipótese, a analogia, entre outras, objetivando determinar o que é verdadeiro ou falso.

Neste contexto, segundo o mesmo autor, em se tratando de investigação policial, raciocina-se por dedução, indução ou analogia. O raciocínio por dedução se dará quando o investigador concluir algo a partir da relação de algo que se sabe verdadeiro com algum fato observado durante os trabalhos investigativos. Dessa forma, por exemplo, quando encontramos um vestígio de DNA de determinada pessoa no local do crime, e esta não é gêmea univitelina, podemos concluir que ela esteve naquele local. Já o raciocínio por indução se dá quando a partir de determinados dados podemos estabelecer uma verdade, ou seja, partindo do específico chegamos ao geral, ou ainda do efeito a causa. Podemos exemplificar que a inexistência de duas sequências de DNA iguais, após aprofundados estudos que excluíram os gêmeos univitelinos, conduziram ao estabelecimento desta conclusão. Já a analogia é o raciocínio que estabelece relação de semelhanças entre coisas ou fatos diferentes. Desta maneira,

“[...] raciocinamos por analogia, no terreno policial, quando fazemos comparações para verificar e constatar a semelhança entre os fatos

que estão sendo investigados e outros, ocorridos anteriormente. Quando dizemos ou pensamos que um fato pode ter ocorrido de modo igual a outro ou que determinada pessoa ou determinadas pessoas costumam agir desta ou daquela maneira, nada mais fazemos que raciocinar por analogia.” [15] (COBRA,1987, p.124).

Pelas palavras do autor, percebemos a relação entre o raciocínio por analogia e o *modus operandi*, ou seja, quando percebemos a mesma maneira de agir em dois ou mais crimes, estamos raciocinando por analogia. Trataremos do *modus operandi*, entendido como o modo de ação do criminoso, mais adiante por se tratar de dado relevante a este trabalho.

Outras “ferramentas cognitivas” que auxiliam a investigação policial são a intuição, a presunção e a hipótese [14]. A intuição pode ser entendida como a faculdade, capacidade ou ato de perceber, discernir ou pressentir algo ou coisas. A intuição é divorciada de causa estabelecida, independe da análise e da razão. Pode ocorrer da interação do homem com o meio ou alheia a qualquer causa, como por exemplo, o presságio. Para fins da investigação policial a intuição “é aquela que tem o significado de evidência, dependente dos sentidos.” [14].

A presunção é o ato de se criar um juízo, uma ideia antecipada, uma conjectura, uma opinião baseada em aparências ou indícios que infalivelmente remeterá à uma suspeita, desde que inexistam provas em contrário. Pode ser então, que a partir da presunção, o investigador formulará suas hipóteses, entendida como suposições prováveis de fatos ou acontecimentos passados ou futuros, pois durante a investigação, que o encarregado desta “ao tomar conhecimento de circunstâncias ou detalhes, poderá convencer-se de que o fato ocorreu ou teria ocorrido desta ou daquela maneira, por este ou por aquele motivo, circunstâncias que poderão levá-lo a obter maior êxito em seus trabalhos. ” [14].

Durante a investigação policial, é natural que ocorram ao investigador mais de uma ou diversas hipóteses, cabendo a ele, paulatinamente no curso do trabalho, excluir uma a uma, até que reste apenas “aquelas correspondentes com a realidade. Destas algumas vão permitir convicção, e outras, certeza”. [15]. Para entendermos a diferença entre convicção e certeza, o autor exemplifica que

“Prova testemunhal e confissão, por melhores que sejam, só permitirão convicção, porque faltará elemento material corroborador; aquelas mesmas provas e mais a presença de uma ou mais provas materiais, que permitam mais de uma interpretação, darão, também somente convicção.” [15] (COBRA,1987, p.127 e 128)

E ainda esclarece:

“Assim, se num local de furto é encontrada uma impressão digital e seu dono, conhecido ladrão, confessa a prática do crime e aponta o lugar onde está o produto da ação delituosa, possibilitando sua apreensão, não haverá apenas convicção e sim certeza da autoria, porque a seriação dos elementos probantes não admitirá qualquer outra interpretação. ” [15] (IBIDEM, p.128).

Assim, o que diferencia a convicção da certeza e que na primeira há a possibilidade de mais de uma interpretação enquanto na segunda só há espaço para uma única interpretação. Independentemente, ao final da investigação, se só se alcançou convicção e esta pode ser transmitida ao julgador “a investigação terá alcançado seu objetivo principal, ou seja, esclarecer as infrações penais e identificar seus autores.” [14].

Investigação Policial - Crimes de Roubo de Autoria Desconhecida

Trataremos agora da parte operacional da investigação criminal e em particular do crime de roubo. Esclarecemos ao leitor que a rotina de investigação para os crimes de roubo e furto guardam poucas diferenças, assim a rotina investigativa adiante exposta pode, de maneira geral, servir a investigação dos dois tipos penais.

Temos em nosso arcabouço jurídico, como anteriormente dito, diversas condutas tipificadas como crime, cada uma com suas peculiaridades. Tanto que o Código Penal, na parte dos crimes é organizado de acordo com o bem tutelado. Assim temos os crimes contra a pessoa, contra o patrimônio, contra a propriedade imaterial, contra a organização do trabalho, contra o sentimento religioso e o respeito aos mortos, contra a

dignidade sexual, contra a família, contra a incolumidade pública, contra a paz e a fé pública e tantos outros.

Por se tratar de grupos criminais distintos entre si, o trabalho de investigação também exige diligências investigatórias distintas entre cada grupo criminal ou mesmo para cada tipo de crime, entretanto há diligências investigatórias comuns entre os crimes, das quais podemos destacar diligências ao local do crime e depoimento preliminar da vítima e, se possível da(s) testemunha(s).

Um quesito fundamental da investigação, não só, mas também para os crimes contra o patrimônio e ter conhecimento do *modus operandi*, do latim, modo de operar, ou seja, o modo de agir de um criminoso ou de um grupo de criminosos, “uma vez que, quase sempre, atuam do mesmo modo quando cometem determinados delitos.” [14].

Ensina ainda o mesmo autor que, em muitos casos, quando o modo de agir dos criminosos é relacionado a casos anteriormente elucidados ele se torna fundamental para o esclarecimento da ação delituosa e assim recomenda os recursos da Tecnologia da Informação para a classificação e catalogação do *modus operandi* de cada ladrão conhecido ou de grupos criminosos, como também as predileções por locais, horários, objetos, meios empregados, eventuais vestígios e pessoas visadas.

Como já sabido, no Estado de São Paulo, o número de presos em flagrante é muito menor que o número de roubos. Neste contexto é natural que o conhecimento de uma ocorrência de roubo, na maior parte das vezes, é trazido pela vítima aos plantões policiais, onde convicto da tipicidade do delito, a Autoridade Policial, por meio do Escrivão de Polícia, lavrará o Boletim de Ocorrência de autoria desconhecida, hoje denominado Registro Digital de Ocorrência (RDO), que é uma das peças de Polícia Judiciária que autoriza o início da investigação.

Assim a equipe se dirigirá ao local dos fatos, onde tentará encontrar vestígios de corroborem a versão da vítima, procurará, se já não tiver, possíveis testemunhas das quais preliminarmente tomará informações acerca da quantidade e das características físicas dos autores, do *modus operandi*, dos meios empregados e da rota de fuga. Procurará encontrar meios de localizar objetos empregados no delito, tais como veículos e armas. Ainda no local e nas cercanias é possível conseguir informes com moradores locais sobre possíveis autores do roubo ou receptadores do objeto ora subtraído, bem como pontos de encontro de grupos criminosos. Na sequência, é de suma importância que os investigadores se socorram nos bancos de dados, álbuns fotográficos e fichários das unidades policiais que guardem informação sobre o *modus operandi*. [14]

Reincidência

No Brasil, a porcentagem de presos que reincidem no crime, segundo relatório do IPEA-2015 [16], dependendo da metodologia aplicada, varia entre 30% e 70%. Assim, percebe-se que a probabilidade de uma pessoa presa ser reincidente é sensível. Por conseguinte, obtém-se dessas pessoas presas inúmeras informações como idade, sexo, cor, compleição física, estatura, local de residência, *modus operandi*, a dinâmica do(s) crime(s) por elas praticados entre outras que poderão ser usadas, pela Polícia Civil, em investigações futuras.

Há conceituado quatro tipos de reincidência: i) reincidência genérica, que ocorre quando há mais de um ato criminal, independentemente de condenação, ou mesmo autuação, em ambos os casos; ii) reincidência legal, que, segundo a nossa legislação, é a condenação judicial por novo crime até cinco anos após a extinção da pena anterior; iii) reincidência penitenciária, quando um egresso retorna ao sistema penitenciário após uma pena ou por medida de segurança; e iv) reincidência criminal, quando há mais de uma condenação, independentemente do prazo legal [17]. Inclusive, a tentativa de mensurar a reincidência ganha diferentes contornos metodológicos, dependendo do tipo de conceito que se assume.

Para este trabalho adotaremos a reincidência genérica, pois é a que engloba, em números absolutos, a maior quantidade de reincidentes. Caso contrário, teremos sensivelmente reduzido o rol de suspeitos para análise futura.

Lógica

Lógica se ocupa das condições formais da validade como disciplina que trata dos raciocínios (raciocinar- é a manipulação de informação que se possui para chegar a conclusões), algo racional, óbvio.

Lógica proposicional é uma área da lógica que examina os raciocínios de acordo com as relações entre orações (proposições), as unidades mínimas do discurso, que podem ser verdadeiras ou falsas.

Lógica Paraconsistente

Lógica Paraconsistente utiliza proposições do tipo $p(\mu, \lambda)$, onde p é uma proposição e (μ, λ) indicam evidência favorável e evidência desfavorável. No atendimento a

proposição consegue-se extrair resultados formalizados em estados extremos e não extremos. Os Estados Extremos abrangem além da lógica clássica (verdadeiro e falso), dados contraditórios (Inconsistente) e dados incompletos (Paracompleto) conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 - Representação de Estados Extremos

Estados Extremos	Símbolo
Verdadeiro	V
Falso	F
Inconsistente	T
Paracompleto	\perp

Fonte: Adaptado Abe (2015)

Os Estados Não Extremos norteiam dados próximos ou que tendem a se aproximar dos estados extremos conforme mostrado na tabela 2.

Tabela 2 - Representação de Estados Não Extremos

Estados Não Extremos	Símbolo
Quase Verdadeiro tendendo Inconsistente	$QV \rightarrow T$
Quase Verdadeiro tendendo Paracompleto	$QV \rightarrow \perp$
Quase Falso tendendo Inconsistente	$QF \rightarrow T$
Quase Falso tendendo Paracompleto	$QF \rightarrow \perp$
Quase Inconsistente tendendo verdadeiro	$QT \rightarrow V$
Quase Inconsistente tendendo Falso	$QT \rightarrow F$
Quase Paracompleto tendendo verdadeiro	$Q\perp \rightarrow V$
Quase Paracompleto tendendo Falso	$Q\perp \rightarrow F$

Fonte: Adaptado Abe (2015)

Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$

A Lógica Paraconsistente está contida nas chamadas lógicas não clássicas [18], pois permite-se refletir disposições contrárias a alguns dos princípios básicos da Lógica Aristotélica, como o princípio da contradição. Essa nova lógica surgiu com o reconhecimento pela comunidade científica [19] do lógico polonês Jan Łukasiewicz Lvov, nascido em 1878, e do filósofo russo Nicolai Alexandrovich Vasilév, nascido em 1910, considerados precursores da Lógica Paraconsistente, batizada inclusive como Lógica Imaginária. Em meados de 1948, o polonês Stanilaw Jaśkowski, discípulo de

Łukasiewicz, publicou estudos sobre cálculo proposicional paraconsistente. Em meados da década de 1950, Jaśkowski e o brasileiro matemático lógico Newton Carneiro Affonso da Costa propuseram a contradição na estrutura lógica e ficaram conhecidos como os fundadores da Paraconsistent Logic. Newton Carneiro Affonso da Costa propôs, em 1954, predicados, lógicas de ordem superior (teoria de conjuntos).

Na intenção de se obter os graus de certeza e incerteza propôs-se valores limitados entre 0 e 1 na constante de anotação pelo par (μ, λ) [20]. Desta forma foi proposta a fórmula:

- Grau de Certeza: $G_{cer}(\mu, \lambda) = \mu - \lambda$
- Grau de Incerteza: $G_{inc}(\mu, \lambda) = \mu + \lambda - 1$

Após calculado os graus, tem-se a possibilidade de representá-lo por meio do reticulado [20], permitindo assim, exibir o estado lógico resultante, com seus respectivos graus de certeza e incerteza, no reticulado (τ) :

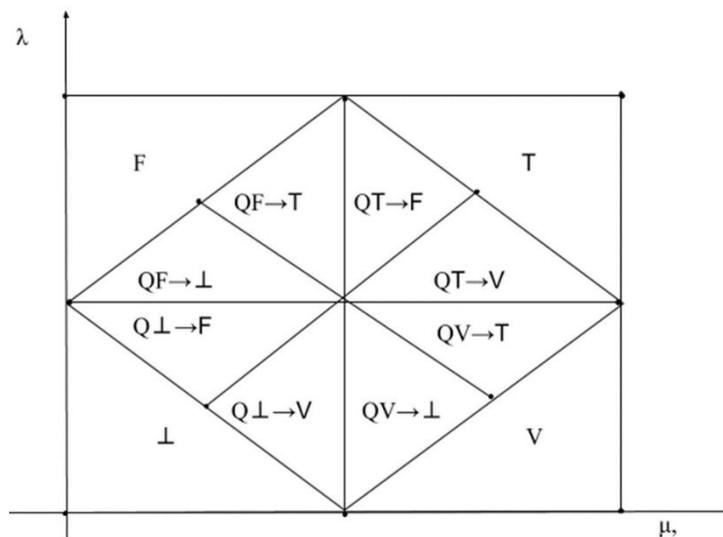


Figura 19 - Estados Extremos e não Extremos [19]

Discussão

Considerando que só poderemos associar o *modus operandi* a um ou mais suspeitos se este ou estes forem reincidentes; que estes suspeitos, muito mais do que o *modus operandi*, fornece também a Polícia Civil, diversas informações como idade, altura, cor da pele, cor dos olhos, cor e tipo de cabelo, compleição física, sinais particulares, dinâmicas de seus crimes e local de residência. Supomos ser possível, por meio do uso da Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$, do banco de dados da Divisão de Vigilância

Capturas da Polícia Civil-SP e das informações contidas nos Registros Digitais de Ocorrência desenvolver um método de predição de suspeitos de terem praticado crime de roubo a transeunte e assim poder auxiliar aos setores de investigações das Delegacias do Estado de São Paulo.

Para tal será necessário delimitar os registros de roubo a transeunte a determinada região. Que por questão de familiaridade do pesquisador será na região do ABC Paulista, mais precisamente em Santo André -SP. A análise dos registros de roubo se dará em duas etapas para fins de comparação: os roubos registrados entre 2013 a 2017 e os registrados em 2018. Este intervalo é impositivo pela razão do tempo mínimo de pena que é de quatro anos. Nos registros dos anos de 2013 a 2017, serão excluídos todos de autoria desconhecida. Assim sendo, nestes registros constarão todos os dados necessários, incluindo os autores. Esses dados farão o papel dos especialistas, mas não exclusivamente, pois será tomada a opinião de policiais. Tais registros terão também como escopo a formação de um rol de suspeitos que agem na região delimitada da pesquisa. A partir deste rol e da análise no *software* especialista, será possível estabelecer um perímetro entre o local da prática delituosa e a residência do(s) autor(es), bem como formar um repositório com as informações pessoais desses criminosos e seus *modus operandi*.

Na segunda etapa, tomaremos todos os registros, tanto de autoria conhecida como os de autoria desconhecida. Nesta fase, para inserção dos dados no *software* Paradecision, serão suprimidos apenas os dados qualificatórios dos autores presos em flagrante. Após a análise, o sistema especialista indicará a região onde o provável autor reside e assim, compararemos com os registros de autoria conhecida e com os autores descobertos por meio de investigação onde poderemos validar ou refutar o método de predição.

Neste contexto o estudo evolui na análise em definir proposição, mapear BO (Boletim de Ocorrência, Quantidades, históricos de indivíduos, localização origem/destino, novos indivíduos), conforme Figura abaixo.

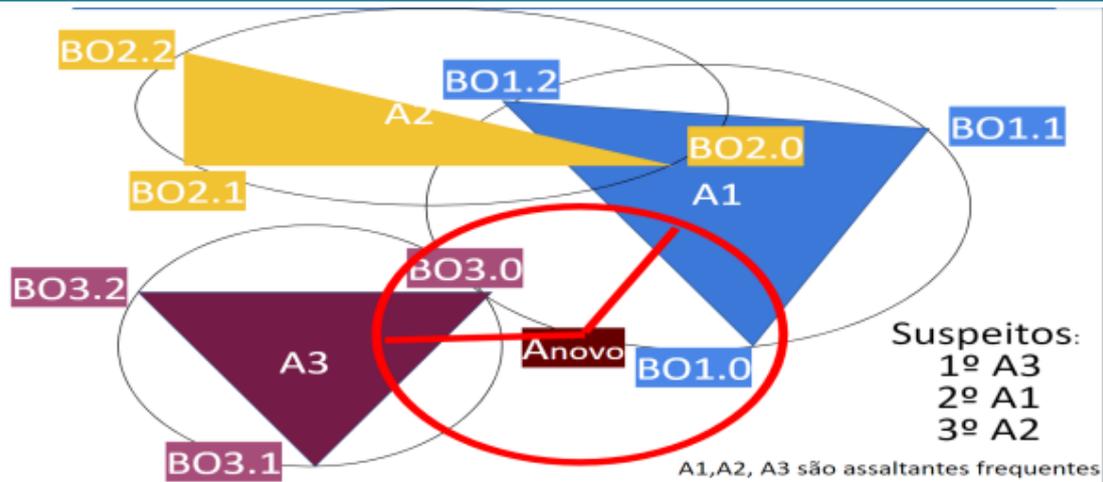


Figura 20 - Entendimento do Objeto de Estudo, Autores

No estudo haverá a preocupação de representar as proposições com os respectivos estados na Lógica Paraconsistente, conforme a tabela abaixo.

Tabela 5 - Proposições definidas

Proposições	Símbolo
Suspeito que rouba dentro do perímetro do novo local estudado	V
Suspeito que rouba próximo e longe do novo local estudado	T
Suspeito que rouba (alta frequência) Longe do novo local estudado. “Falso Positivo”.	F
Suspeito que rouba (alta frequência) porém está fora do perímetro do novo local estudado	⊥

A análise foi discutida em definições no nível de variáveis “ μ ” e “ λ ” que poderão ser num primeiro momento utilizadas como entrada para o uso da Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$. Cada estudo pode ser utilizado inicialmente definições de variáveis tais como:

- Quantidade de BO (Boletim de Ocorrência).
- Informações de BO (Boletim de Ocorrência) incompleto.
- Distância entre local do crime e a residência do suspeito
- Modus Operandi
- Características Físicas

Conclusão

Identifica-se neste estudo a possibilidade de trabalhar com informações pertinentes a reincidência de Roubos a transeuntes sob a circunscrição da Delegacia Seccional De Santo André e a partir destes dados determinar aproximadamente a quantidade de criminosos nesta modalidade. Há também a possibilidade de abranger outros tipos de roubo, como por exemplo, de veículos, cujo esclarecimento pode resultar na prisão de organizações criminosas formadas por ladrões e receptadores. Dados reais envolvendo situações que necessitam tomadas de decisão por especialistas, como por exemplo, agentes de segurança pública e privada, por meio de modelos matemáticos habitualmente processados computacionalmente (ferramentas). Inclui-se a aplicação direta na tomada de decisão como soluções de problemas encontrados na área de segurança pública e privada: apoio a Análise Criminal feita pela Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo (SSP-SP) que usa ferramentas estatísticas para tal, planejamento e gerenciamento de rondas e operações executadas pelas Polícias Estaduais, desenvolvimento e disponibilização de novos sistemas computacionais de investigação, pela SSP-SP e para analistas de fraudes em estabelecimentos comerciais. Pode-se incluir nesses sistemas computacionais o uso da tecnologia de inteligência artificial formatada pela Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et.

Referências

- [1]. **O Brasil tem mais assassinatos do que todos estes países somados.** Superinteressante. [Online]. Disponível em: <https://super.abril.com.br/blog/contaoutra/o-brasil-tem-mais-assassinatos-do-que-todos-estes-paises-somados/>. [Acessado: 20-fev-2019].
- [2]. E. M. NORONHA, **Direito Penal**, São Paulo: Saraiva, 2003.
- [3]. **Lei de Introdução ao Código Penal.** [Online]. Available: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del3914.htm. [Acesso em 13 outubro 2019].
- [4]. F. D. A. TOLEDO, **Princípios Básicos do Direito Penal**, São Paulo: Saraiva, 1999.
- [5]. G. S. NUCCI, **Manual de Direito Penal, Parte Geral- Parte Especial. 9. ed.**, São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.

- [6]. **Planalto-Código Penal**, [Online]. Available: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848.htm. [Acesso em 25 julho 2019].
- [7]. **Planalto Alteração Código Penal**, [Online]. Available: http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13654.htm. [Acesso em 01 outubro 2019].
- [8]. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html?>. [Acesso em 11 junho 2019].
- [9]. **Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo**. [Online]. Available: <http://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/Trimestrais.aspx>. [Acesso em 13 09 2019].
- [10]. **Constituição Federal- Planalto**. [Online]. Available: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. [Acesso em 25 julho 2019].
- [11]. **Código de Processo Penal**. [Online]. Available: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del3689.htm. [Acesso em 13 outubro 2019].
- [12]. **Planalto- Dispõe sobre a investigação criminal conduzida pelo delegado de polícia**. [Online]. Available: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112830.htm. [Acesso em 15 09 2019].
- [13]. J. C. M. D. ALMEIDA, **Os Princípios Fundamentais do Processo Penal**, São Paulo: Revista dos Tribunais, 1973.
- [14]. A. M. JUNIOR; A. R. d. SANTOS; B. F. PASCHOALICK; D. Q. FILHO; H. FERREIRA; J. L. ROSEIRA; J. A. d. REIS; J. A. ZARZUELA; M. S. F. XAVIER; M. P. BAPTISTA; C. A. M. d. QUEIROZ. **Manual Operacional do Policial Civil**, São Paulo: Delegacia Geral de Polícia, 2002.
- [15]. C. N. COBRA. **Manual de Investigação Policial. 7. ed.**, São Paulo: Saraiva, 1987.
- [16]. IPEA. **Reincidência Criminal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2015.

- [17]. E. F. JULIÃO. **Ressocialização através da educação e do trabalho no Sistema Penitenciário Brasileiro**, Rio de Janeiro, 2009.
- [18]. J. M. ABE, **Tópicos de Sistemas Inteligentes Baseados em Lógicas Não Clássicas**. 1. ed., vol. 1, São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, 2016.
- [19]. J. M. ABE. **Paraconsistent Intelligent Based-Systems: New Trends in the Applications of Paraconsistency**, Germany: Springer, 2015.
- [20]. J. M. ABE; G. L. TORRES; J. I. da SIVA FILHO. **Advances in Technological Applications of Logical and Intelligent Systems**. Amsterdam: IOS Press, 2009.
- [21]. J. M. ABE; S. AKAMA; K. NAKAMATSU, **Introduction to Annotated Logics - Foundations for Paracomplete and Paraconsistent Reasoning**, Series Title Intelligent Systems Reference Library, Switzerland: Springer International Publishing, 2015.
- [22]. S. AKAMA. **Towards Paraconsistent Engineering**, Intelligent Systems Reference Library, Germany: Springer, 2016.
- [23]. N. C. A. DA COSTA; J. M. ABE; A. MUROLO; J. I. & L. C. F. S. DA SILVA FILHO. **Lógica paraconsistente aplicada**, São Paulo: Atlas, 1999.
- [24]. J. F. MARQUES, **Tratado de Direito Penal**, Campinas: Bookseller, 1997.
- [25]. J. M. ABE, **Aspectos da Computação Inteligente Paraconsistente**, 1 ed., vol. 1, São Paulo: IEA-USP, 2013.

ANÁLISE DE RISCO DO CONTROLE DE MUDANÇA UTILIZANDO LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL $E\tau$

Lilium S. Sakamoto, Jair M. Abe, Luiz A.de Lima
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
lilium.sakamoto@hotmail.com, jairabe@uol.com.br, luiz@wcisp.com.br

Resumo

Esta é uma aplicação prática da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, na qual foi utilizado o algoritmo para-analisador para tomada de decisão sobre Controle de Mudanças. Por meio dele, são feitas as análises de impacto sobre duas dimensões (organizacional/pessoas e informação/tecnologia) apresentadas no ITIL versão 4, como se fosse um Comitê de Mudança. Os testes foram realizados coletando-se informações por meio de formulários feitos pelo Google Forms e enviados para profissionais de TI. Dentre as respostas foram escolhidas apenas três que identificam como esta aplicação pode servir de apoio principalmente para empresas de médio e pequeno porte na detecção do impacto e não possuem estrutura para possuir um Comitê de Mudanças próprio, que apresente todos os níveis de responsabilidade necessários.

Palavras-chave: Tomada de Decisão, ITIL Controle de Mudanças, Lógica Paraconsistente.

Abstract

This is a practical application of the Evidential Annotated Paraconsistent Logic $E\tau$, where the para-analyzer algorithm for decision-making on Change Control was used. Through it, impact assessments on two dimensions (organizational / people and information / technology) are presented in ITIL version 4, as if it were a Change Committee. The tests were conducted by collecting information through forms made by Google Forms and sent to IT professionals. Among the answers, only three were chosen, which identify how this application can mainly support medium and small companies in the detection of impact and do not have the structure to have their own Change Committee, which presents all the necessary levels of responsibility.

Keywords: Decision Making, ITIL, Change Control, Paraconsistent Logic.

Introdução

Este estudo está ligado à criação de um algoritmo para-analisador que avalia se a mudança apresentará qual tipo de impacto, tal qual um Comitê de Mudança, analisando as dimensões do ITIL v4 [3].

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $\epsilon\tau$, caracterizada por ser uma das lógicas não clássicas [1], contém princípios diferentes da lógica clássica que apresenta conceitos dualísticos. Entretanto, segundo a Lógica Paraconsistente, uma sentença pode apresentar conceitos contraditórios, incompletos e ou paracompletos.

ITIL v4

Este *framework* foi criado na década de 80 e traz as melhores práticas na operação dos serviços de TI, sendo que com o passar dos anos foi evoluindo, aprimorando estas atividades de modo que atualmente está em sua versão 4 [3]. Este *framework* significa *Information Technology Infrastructure Library – Biblioteca de Infraestrutura e Tecnologia da Informação*, ou seja, as melhores práticas para gerenciamento de serviços de TI. Está composto pelas práticas existentes já na versão 3, utilizando a qualidade dos serviços TI para excelência do negócio da empresa.

Com o foco da gestão dos serviços no cliente, o *framework* abrange também os processos e procedimentos distribuídos em cada uma das disciplinas. Além dos fatores externos, nesta versão existem 4 dimensões do Gerenciamento de Serviços:

- Organizações e Pessoas;
- Informação e Tecnologia;
- Parceiros e Fornecedores;
- Fluxos de Valor e Processos.

O ITIL é composto de práticas de gerenciamento: gerais, de serviços e para nível técnico. Para as práticas de gerenciamento gerais são:

- Melhoria Contínua;
- Gerenciamento de Segurança da Informação;
- Gerenciamento de Relacionamento;
- Gerenciamento de Fornecedor.

Para o nível de práticas de gerenciamento de serviço, estas são divididas em:

- Controle de Mudanças;
- Gerenciamento de Incidente;
- Gerenciamento de Ativo de TI;
- Gerenciamento de Monitoramento e Evento;
- Gerenciamento de Problema;
- Gerenciamento de Liberação;
- Serviço de Gerenciamento de Configuração;
- *Service Desk*;
- Gerenciamento de Nível de Serviço;
- Gerenciamento de Requisição de Serviço.

Para o nível de práticas de gerenciamento técnico existe o:

- Gerenciamento de Implantação.

Estas boas práticas apresentadas pelo ITIL fornecem formas ou rotinas para gestão dos processos de TI mais eficazes e que podem ser aplicadas em ambientes de trabalho com vários perfis. Em outras palavras, ela tem reconhecimento mundial pela sua flexibilidade e o seu impacto positivo em vários cenários.

Controle de Mudança

A prática de Gerenciamento de Serviço, no caso sobre o Controle de Mudanças garante que haja uma metodologia correta para realizar alterações em serviços de TI. Observa-se que várias falhas acontecem por causa de um Controle de Mudança sem eficácia, situação que afeta a disponibilidade do serviço, apresentando na maioria das vezes falta de conformidade com as regras de negócio. [3]

Um bom Controle de Mudança fornece estabilidade para a organização da TI de uma empresa, entretanto existe a necessidade da conscientização sobre os riscos dos impactos de realizar uma alteração em serviços de TI. Ao se utilizar um processo padronizado para o Controle de Mudança, com definição de papéis e responsabilidades existe maior probabilidade de minimização de erros em mudanças mal planejadas. O Controle de Mudanças define:

- O impacto das mudanças deve ser avaliado;
- As requisições de Controle de Mudança devem ser aceitas, registradas e filtradas;
- As mudanças devem ser priorizadas;
- Todas as mudanças devem ser justificadas, aprovadas (ou rejeitadas);
- Comitê de Mudança (CM) e o Comitê de Mudança Emergencial;
- As mudanças devem ser gerenciadas e coordenadas para serem implementadas;
- Na finalização das requisições de mudança o encerramento deve ser solicitado;
- Os relatórios devem ser elaborados para elaborar indicadores.

O Comitê de Mudança (CM, é chamada também de CAB) é parte integrante da prática formal de Controle de Mudanças. No CM geralmente avalia e aprova as mudanças, principalmente aquelas que possam trazer impacto a organização, devendo cancelar ou adiar quando necessário, pois os membros devem fazer estes aconselhamentos.

Os clientes, os usuários ou a área de TI podem fazer requisições de mudança, sendo que as alterações podem envolver *software*, *hardware*, redes e telecom. As avaliações pelo CM também devem ser em relação às necessidades das prioridades, dos benefícios, dos custos e referente ao negócio. O CM deve ser composto basicamente por profissionais de três áreas: financeira, técnicas e do negócio, e quando necessário deve incluir representantes externos, como fornecedores. O Comitê Emergencial serve para situações em que as mudanças emergenciais precisam ser avaliadas, que podem e devem ser acionado a qualquer momento, com autoridade para tomar decisões rápidas, por exemplo, quanto a incidentes que estejam impactando o negócio.

Este estudo está ligado à criação de um algoritmo para-analisador que avalia se a mudança apresentará qual tipo de impacto, tal qual um Comitê de Mudança, analisando as dimensões do ITIL v4.

Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et

A lógica paraconsistente Anotada Evidencial Et é uma lógica não clássica que surgiu para a necessidade de se obter análises mais eficientes, com capacidade de considerar

situações reais que fogem às rígidas leis binárias da Lógica Clássica, conforme ocorre em um cérebro humano. A lógica paraconsistente Anotada Evidencial Et considera uma proposição sendo representadas por valores de anotações. Conforme este conceito foi criado um algoritmo denominado para-analisador [1]. A proposição sugerida é: A MUDANÇA planejada pode ser efetivada?

Foram selecionados como Engenheiros do Conhecimento – EC, profissionais da área de TI, cada um deles recebeu um formulário para responder os: Grau de evidência favorável μ e Grau de evidência desfavorável λ para cada um dos fatores, dentro de duas dimensões do ITIL v4, ou seja, a dimensão de organizações e pessoas, bem como a dimensão de Informação e Tecnologia [4].

The image shows a survey form titled "Gerenciamento de Mudança" (Change Management). It is a research form for an article on Paraconsistent Logic. The form contains three questions, each with a 10-point Likert scale for "Grau de Evidência Favorável" (Favorable Evidence) and "Grau de Evidência Desfavorável" (Unfavorable Evidence). The questions are:

- 1. Uma GMUD de um Sistema ERP, apresenta um grau de impacto favorável para dimensão organizacional de uma empresa? *
- 2. Uma GMUD de um Sistema ERP, apresenta um grau de impacto desfavorável para dimensão organizacional de uma empresa? *
- 3. Uma GMUD de um Sistema ERP, apresenta um grau de impacto favorável para dimensão de recursos humanos de uma empresa? *

Each question has a scale from 1 to 10 with radio buttons for selection. The first and third questions have "Favorável" scales, while the second has a "Desfavorável" scale.

Figura 21 - Formulário de captura de dados dos EC Parte 1

Uma GMUD de um Link de Comunicação, apresenta um grau de impacto favorável para dimensão organizacional de uma empresa? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Grau de Evidência Favorável

Uma GMUD de um Link de Comunicação, apresenta um grau de impacto desfavorável para dimensão organizacional de uma empresa? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Grau de Evidência Desfavorável

Uma GMUD de um Link de Comunicação, apresenta um grau de impacto favorável para dimensão de recursos humanos de uma empresa? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Grau de Evidência Favorável

Uma GMUD de um Link de Comunicação, apresenta um grau de impacto desfavorável para dimensão de recursos humanos de uma empresa? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Grau de Evidência desfavorável

Figura 22 - Formulário de captura de dados dos EC Parte 2

Uma GMUD de um Servidor, apresenta um grau de impacto favorável para dimensão de recursos humanos de uma empresa? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Grau de Evidência Favorável

Uma GMUD de um Servidor, apresenta um grau de impacto desfavorável para dimensão de recursos humanos de uma empresa? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Grau de Evidência Desfavorável

Uma GMUD de um Servidor, apresenta um grau de impacto favorável para dimensão tecnológica de uma empresa? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Grau de Evidência Favorável

Uma GMUD de um Servidor, apresenta um grau de impacto desfavorável para dimensão tecnológica de uma empresa? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Grau de Evidência Desfavorável

ENVIAR

Figura 23 - Formulário de captura de dados dos EC Parte 3

Os fatores escolhidos foram:

Tabela 6 - Fatores

Ordem	Fatores
1	Uma MUDANÇA de um Sistema ERP, apresenta um grau de impacto dimensão organizacional e pessoas de uma empresa?
2	Uma MUDANÇA de um Sistema ERP, apresenta um grau de impacto para dimensão informação e tecnologia de uma empresa?
3	Uma MUDANÇA de um Link de Comunicação, apresenta um grau de impacto para dimensão organizacional e pessoas de uma empresa?
4	Uma MUDANÇA de um Link de Comunicação, apresenta um grau de impacto para dimensão informação e tecnologia de uma empresa?
5	Uma MUDANÇA de um Servidor, apresenta um grau de impacto para dimensão organizacional e pessoas de uma empresa?
6	Uma MUDANÇA de um Servidor, apresenta um grau de impacto para dimensão informação e tecnologia de uma empresa?

Foram escolhidos três resultados para o teste inicial:

Tabela 7 - Resultados do EC1

Dimensão – ITIL v4	Tipo de MUDANÇA	Grau de evidência favorável μ	Grau de evidência desfavorável λ
Organizacional e Pessoas	Sistema ERP	1,0	0,1
Informação e Tecnologia	Sistema ERP	0,9	0,2
Organizacional e Pessoas	Link de Comunicação	0,9	0,1
Informação e Tecnologia	Link de Comunicação	0,9	0,3
Organizacional e Pessoas	Novo Servidor	0,7	0,1
Informação e Tecnologia	Novo Servidor	0,8	0,3

Tabela 8 - Resultados do EC2

Dimensão – ITIL v4	Tipo de MUDANÇA	Grau de evidência favorável μ	Grau de evidência desfavorável λ
Organizacional e Pessoas	Sistema ERP	0,9	0,3
Informação e Tecnologia	Sistema ERP	0,8	0,2
Organizacional e Pessoas	Link de Comunicação	0,8	0,4
Informação e Tecnologia	Link de Comunicação	0,9	0,2

Organizacional e Pessoas	Novo Servidor	0,7	0,4
Informação e Tecnologia	Novo Servidor	0,9	0,5

Tabela 9 - Resultados do EC3

Dimensão – ITIL v4	Tipo de MUDANÇA	Grau de evidência favorável μ	Grau de evidência desfavorável λ
Organizacional e Pessoas	Sistema ERP	0,6	0,3
Informação e Tecnologia	Sistema ERP	0,7	0,3
Organizacional e Pessoas	Link de Comunicação	0,9	0,4
Informação e Tecnologia	Link de Comunicação	0,9	0,4
Organizacional e Pessoas	Novo Servidor	0,8	0,2
Informação e Tecnologia	Novo Servidor	0,9	0,2

Algoritmo Para-analisador

O algoritmo é composto por um conjunto de informações coletadas por meio de formulário de pesquisa para análise da tomada de decisão, como se fosse um Comitê de Mudança [5]. Observa-se a aplicação prática do algoritmo para-analisador e da proposição deste estudo, que foram abordadas:

Fator 1: Uma Mudança de um Sistema ERP – *Enterprize Resouce Planning*, apresenta um grau de impacto dimensão organizacional e pessoas de uma empresa?

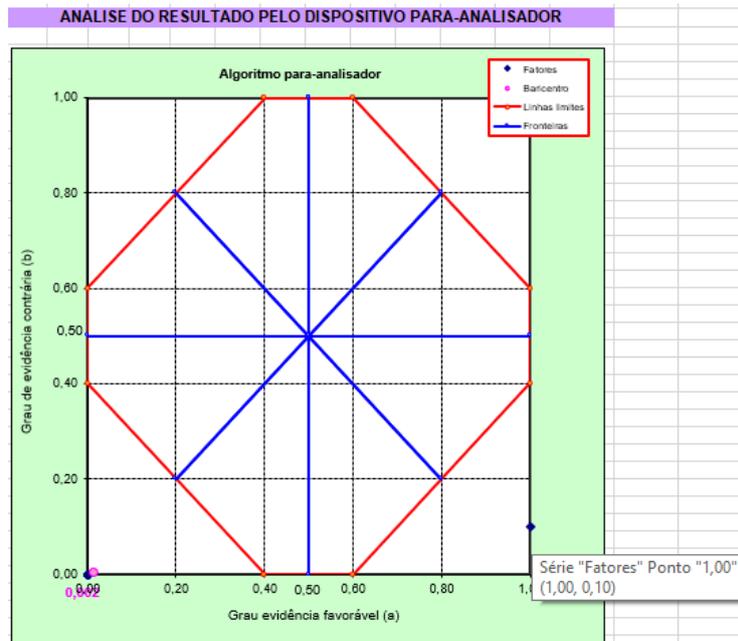


Figura 24 - Resultado do Para-analisador para Fator 1

A análise do Fator 1:

- O resultado indica impacto existe quanto a dimensão organizacional e pessoas no caso de uma MUDANÇA de um sistema ERP.

Fator 2: Uma MUDANÇA de um Sistema ERP, apresenta um grau de impacto para dimensão informação e tecnologia de uma empresa?

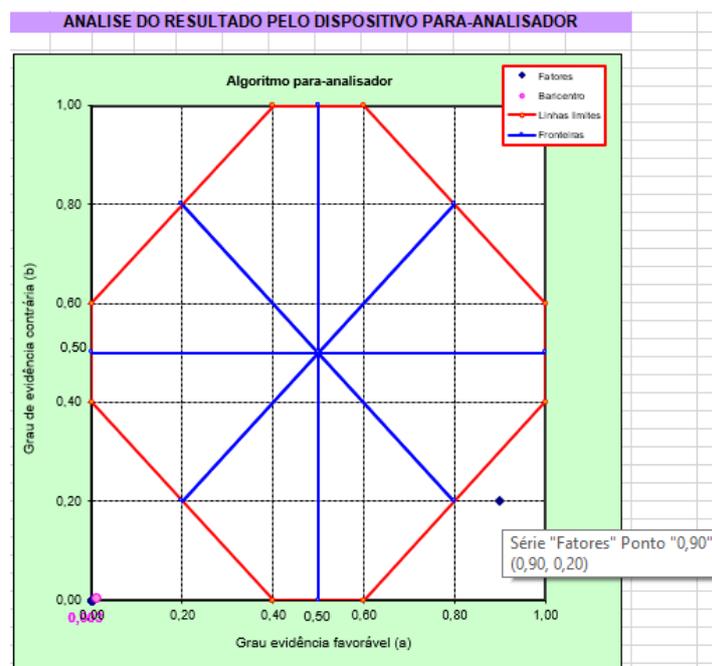


Figura 25 - Resultado do Para-analisador para Fator 2

A análise do Fator 2:

- O resultado indica impacto existe quanto a dimensão organizacional e pessoas no caso de uma MUDANÇA de um sistema ERP.

Fator 3: Uma MUDANÇA de um Link de Comunicação, apresenta um grau de impacto para dimensão organizacional e pessoas de uma empresa?

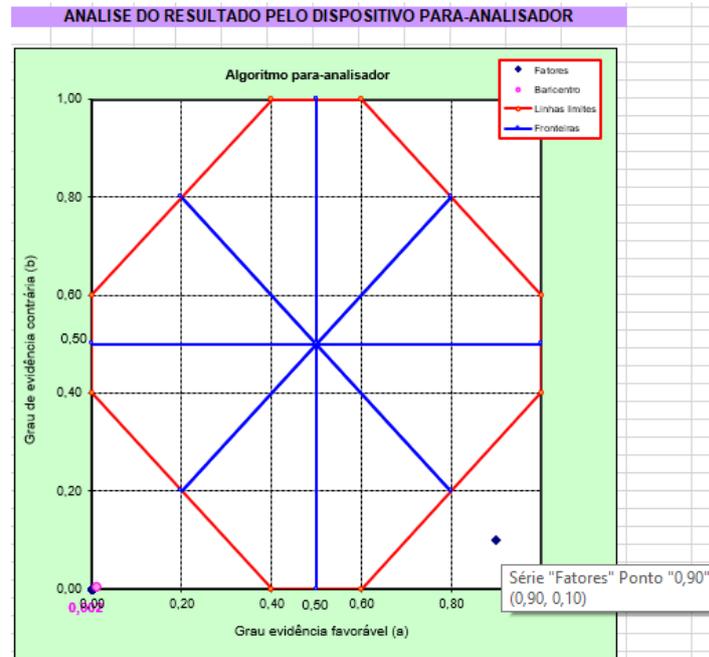


Figura 26 - Resultado do Para-analisador para Fator 3

A análise do Fator 3:

- O resultado indica impacto existe quanto a dimensão organizacional e pessoas no caso de uma MUDANÇA de um Link de Comunicação.

Fator 4: Uma MUDANÇA de um Link de Comunicação, apresenta um grau de impacto para dimensão informação e tecnologia de uma empresa?

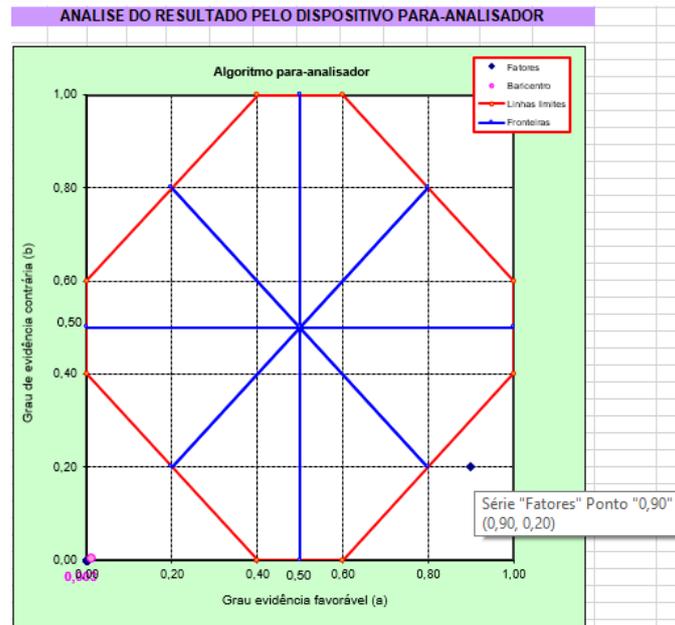


Figura 27 - Resultado do Para-analisador para Fator 4

A análise do Fator 4:

- O resultado indica impacto existe quanto a dimensão informação e tecnologia no caso de uma MUDANÇA de um Link de Comunicação.

Fator 5: Uma MUDANÇA de um Servidor, apresenta um grau de impacto para dimensão organizacional e pessoas de uma empresa?

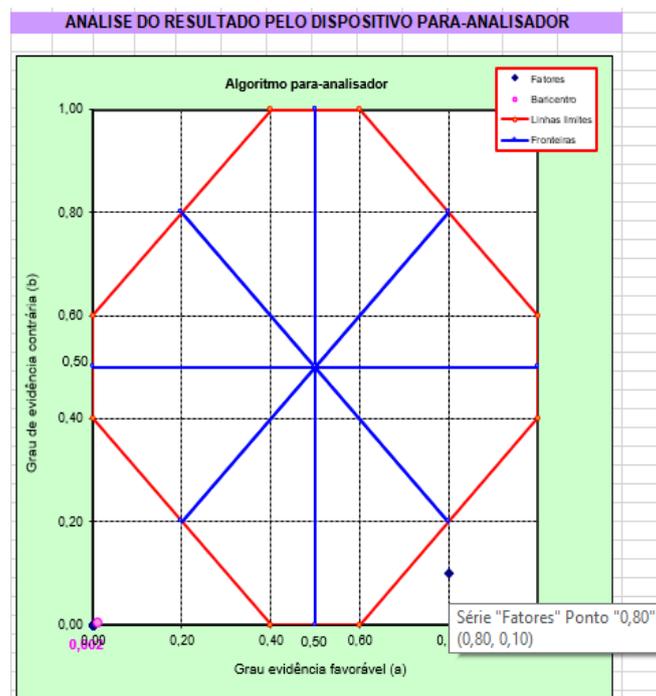


Figura 28 - Resultado do Para-analisador para Fator 5

A análise do Fator 5:

- O resultado indica impacto existe quanto a dimensão organização e pessoas no caso de uma MUDANÇA de um Servidor.

Fator 6: Uma MUDANÇA de um Servidor, apresenta um grau de impacto para dimensão informação e tecnologia de uma empresa?

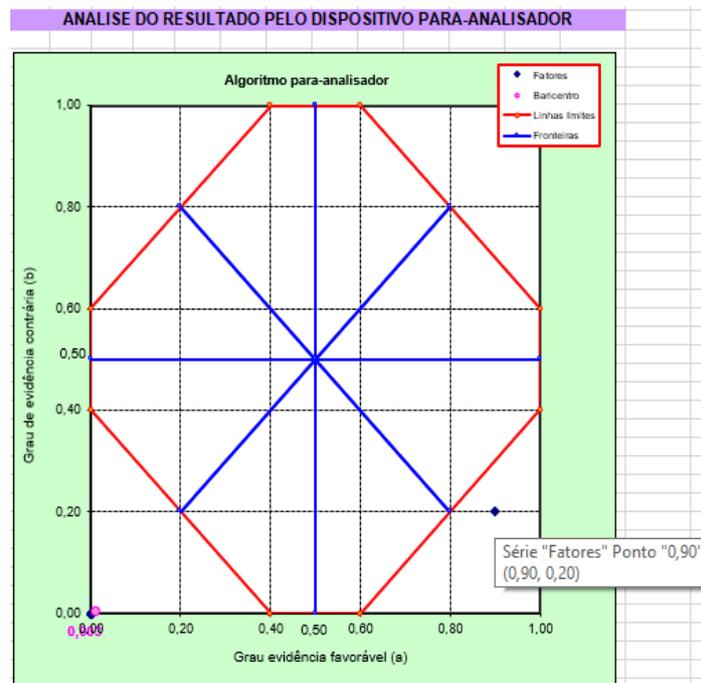


Figura 29 - Resultado do Para-analisador para Fator 6

A análise do Fator 6:

- O resultado indica impacto existe quanto a dimensão informação e tecnologia no caso de uma MUDANÇA de um Servidor.

Testes e resultados

A utilização do Para-analisador apresenta para uma MUDANÇA planejada de um Sistema ERP:

Fator 1: A MUDANÇA deve ser revista pois causará impacto na dimensão do ITIL v4 - organizacional e pessoas.

Fator 2: A MUDANÇA deve ser revista pois causará impacto na dimensão do ITIL v4 – informação e tecnologia.

Para esse tipo de MUDANÇA o risco é alto frente a análise dos resultados.

A utilização do Para-analisador apresenta para uma MUDANÇA planejada de um Link de Comunicação:

Fator 3: A MUDANÇA deve ser revista pois causará impacto na dimensão do ITIL v4 - organizacional e pessoas.

Fator 4: A MUDANÇA deve ser revista pois causará impacto na dimensão do ITIL v4 – informação e tecnologia.

Para esse tipo de MUDANÇA o risco é alto frente a análise dos resultados.

A utilização do Para-analisador apresenta para uma MUDANÇA planejada de um novo Servidor:

Fator 5: A MUDANÇA deve ser revista pois causará impacto na dimensão do ITIL v4 - organizacional e pessoas.

Fator 6: A MUDANÇA deve ser revista pois causará impacto na dimensão do ITIL v4 – informação e tecnologia.

Para esse tipo de MUDANÇA o risco é alto frente a análise dos resultados.

Conclusão

Conclui-se que as mudanças analisadas apresentam risco de impacto nas dimensões organizacionais e pessoas, bem como quanto à informação e tecnologia, e devem ser analisadas com muito cuidado antes de ser efetuadas em uma empresa, não importando o seu porte. Observa-se que por meio da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et e utilização do algoritmo para-analisador pode-se auxiliar na identificação do impacto que as mudanças podem causar nas empresas.

Sendo assim, a aplicação pode substituir a análise do impacto nas dimensões do ITIL v4 para algumas empresas que não possuem uma estrutura que comporte um Comitê de Mudança interno ou mesmo composto por profissionais externos, para poder obter a qualidade dos serviços de TI no mesmo nível que as grandes corporações.

Referências

[1]. ABE, J. M. **Lógica paraconsistente anotada evidencial Et**. Santos, SP: Comunicar, 2011.

[2]. J. M. ABE. **Paraconsistent Intelligent Based-Systems: New Trends in the Applications of Paraconsistency**, Germany: Springer, 2015.

[3]. J. M. ABE; S. AKAMA; K. NAKAMATSU. **Introduction to Annotated Logics - Foundations for Paracomplete and Paraconsistent Reasoning**, Series Title Intelligent Systems Reference Library, Switzerland: Springer International Publishing, 2015.

[4]. RIBEIRO, Washington Fábio de Souza et al. **Um modelo de maturidade organizacional em um conjunto de processos para a biblioteca ITIL v3**. 2018.

[5]. S. AKAMA. **Towards Paraconsistent Engineering**, Intelligent Systems Reference Library, Germany: Springer, 2016.

[6]. N. C. A. DA COSTA; J. M. ABE; A. MUROLO; J. I. & L. C. F. S. DA SILVA FILHO, **Lógica paraconsistente aplicada**, São Paulo: Atlas, 1999.

COMUNICAÇÃO V2X DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS UTILIZANDO LÓGICA PARACONSISTENTE

¹Michel B. F. da Silva, ²Luiz A. de Lima

¹Grupo de Análise de Segurança - GAS – Engenharia da Computação - Escola
Politécnica/USP

² Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
michelbf@uol.com.br, luiz@wcisp.com.br

Resumo

Devido à elevada quantidade de acidentes de trânsito, pesquisas e testes com veículos autônomos (VAs) estão sendo desenvolvidas em diversos países. O sistema de percepção desses veículos é composto de inúmeros câmeras, radares e LIDAR (*Light Detection and Ranging*) e desenvolvem uma percepção visão. Entretanto, não são suficientes para uma direção autônoma confiável, principalmente em condições ambientais desfavoráveis. Assim, a comunicação V2X (*Vehicle-to-Everything*) é essencial para melhoria da segurança de veículos autônomos. Uma questão crítica é a latência dessa comunicação, pois caso a latência seja elevada e a informação relevante não for passada ao sistema atuador, pode ocorrer um acidente, que seria evitado redução da latência. A comunicação 5G irá reduzir sensivelmente o tempo de latência em relação à tecnologia 4G. São parâmetros que alteram a latência: carga da rede, posicionamento do usuário em relação à estação Rádio Base, tamanho do pacote, taxa de pacote, programação diferenciada na rede de radiofrequência e rede principal habilitada por *Edge Computing* (EC). Como a informação do sistema de percepção não é completa e está susceptível a ruídos, efeitos das condições do clima, é necessário a utilização de técnicas de Lógica Paraconsistente. Em etapas posteriores, será definido um protocolo de latência reduzida para comunicação V2V (*Vehicle-to-Vehicle*), que será avaliado com base em simulações utilizando o *software* OMNet++.

Palavras-chave: Veículos Autônomos; V2V; Segurança; 5G; Lógica Paraconsistente.

Abstract

Due to the high number of traffic accidents, research and tests with autonomous vehicles (AVs) is have been developed in several countries. The perception system of

these vehicles is composed by numerous cameras, radars and LIDAR (Light Detection and Ranging) and develop a vision perception. However, they are not sufficient for reliable autonomous driving, especially in unfavorable environmental conditions. Thus, Vehicle-to-Everything (V2X) communication is essential for improving the safety of autonomous vehicles. A critical issue is the latency of this communication, because if the latency is high and the relevant information is not transmitted to the actuator system, an accident can occur which would reduce latency. 5G communication will significantly reduce latency time compared to 4G technology. These are parameters that change latency: Network load, user positioning relative to the base station, packet size, packet rate, differentiated programming on the radio frequency network and Edge Computing (EC) enabled core networking. As the information of perception systems is susceptible to random noise and heavy weather conditions, it is necessary to use technique of Paraconsistent Logic. In later stages, it will be proposed a reduced latency protocol for vehicle-to-vehicle (V2V) communication which will be evaluated based on simulations using the *software* OMNeT++.

Keywords: Autonomous Vehicles; V2V communication; Safety; 5G; Paraconsistent Logic.

Introdução

Uma das dez causas mais frequentes de mortes pelo mundo são os acidentes de trânsito. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) [1], esses acidentes de trânsito mataram, em 2016, 1,4 milhão de pessoas por todo o planeta, além de deixar milhões de indivíduos incapacitados. Estatísticas dos acidentes de trânsito mostram que falhas do motorista são a principal causa dos acidentes. Nos Estados Unidos da América (EUA), segundo o Departamento de Trânsito (NHSTA), 94% dos acidentes de trânsito foram causados por erros dos motoristas [2]. No Brasil, um relatório da Confederação Nacional dos Transportes (CNT) apontou os motivos de acidentes nas rodovias federais, como mostrado na Tabela 1, a seguir, e mostrou que 82,2% dos acidentes estavam ligados a fatores humanos.

Tabela 10 - Causas de acidentes com vítima em rodovias federais [3] (Adaptado)

Causas dos Acidentes em Rodovias Federais no Brasil – 2017	Nº de acidentes (mil)	%
Falta de atenção (condutores e pedestres)	26,2	44,6%
Fator humano associado à fiscalização e/ou infraestrutura viária	11,9	20,2%
Fator humano associado não à fiscalização e/ou infraestrutura viária	6,1	10,3%
Ingestão de álcool	4,2	7,1%
Causas associadas a problemas/defeitos na via	3,5	6,7%
Problemas/defeitos com veículos	3,5	5,9%
Fator externo	3,1	5,2%

Com base nesse cenário, um objeto de extensivas pesquisas e recentes testes, principalmente nos EUA, são os Veículos Autônomos (VA), *Autonomous Vehicles* (AV) ou *Self-Driving Cars*. Existem diversos benefícios com a utilização desse tipo de veículo como: a redução dos acidentes de trânsito provocados por fatores humanos, com a consequente diminuição de mortes no trânsito, redução de gastos no sistema de saúde. Também ocorrerá redução da emissão de poluentes, de consumo de combustível e de congestionamento, pois haverá um aumento da capacidade de tráfego das vias com a redução das distâncias entre os veículos, dado que o tempo de reação dos VAs será bem menor que o tempo de reação do ser humano. Além disso, o motorista pode realizar outras tarefas durante o transporte, como utilizar o *smartphone*, ler ou ouvir suas músicas.

Uma consideração importante é que se deve garantir a segurança crítica (*safety*) de VAs. Visando esse objetivo, a ideia do presente trabalho é a utilização da comunicação externa para aumentar a segurança. Para isso, serão abordados aspectos de comunicação relevantes para segurança de veículos autônomos, as tecnologias, protocolos e dispositivos que visam à melhoria da comunicação [4] nos seus quesitos (disponibilidade, taxa de erros, nível de sinal, latência) resultando em aumento de segurança.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: após a introdução, na seção Veículos Autônomos são abordadas a classificação, composição do sistema de percepção e níveis de segurança dos VAs. A seção V2X apresenta a inserção da comunicação nos VAs, suas tecnologias de rede e o impacto potencial da comunicação 5G. A seção Lógica Paraconsistente apresenta os conceitos de Lógica Paraconsistente que podem ser utilizados para avaliação da comunicação V2X. Por fim, são apresentadas conclusões iniciais e propostas de trabalhos futuros.

Veículos Autônomos

Existem vultuosos investimentos em pesquisa de Veículos Autônomos e estão revolucionando a indústria automotiva, com novas marcas presentes tais como: Uber, Waymo e Tesla. Com a introdução de veículos autônomos, a sociedade irá enfrentar desafios éticos, culturais, políticos e tecnológicos além dos enfrentados anteriormente. Os críticos da utilização de veículos autônomos apontam a questão de transferir para uma máquina a capacidade de decisão sobre a condução do veículo em microssegundos que pode causar acidentes e danos.

Os motoristas e os passageiros buscam crescentemente acesso por meio de seus veículos para se diversos serviços que necessitem conexão como informações de trânsito em tempo real, condições meteorológicas, lugares para viajar e passear. Já existe um mercado de veículos conectados no qual as montadoras investiram pesadamente.

Classificação de Veículos Autônomos

A Sociedade dos Engenheiros Automotivos (SAE) elaborou uma classificação que estabelece o nível de automação no qual o veículo está com base nos papéis assumidos pelos sistemas automatizados. Para cada nível são identificados os papéis do motorista e do veículo autônomo em relação à realizados dos comandos de embreagem, aceleração e freio, monitoramento das condições de tráfego como mostrado na Tabela 2.

**Tabela 2 - Níveis de Automação para veículos autônomos definidos pelo SAE [5]
(Adaptado)**

Nível	Nome do Nível	Papel do Sistema Automatizado
0	Sem automação	Autonomia zero. O motorista realiza todas as tarefas da direção.
1	Assistência do Motorista	Veículo é controlado pelo motorista, mas somente algumas funções de assistência à direção podem ser incluídas no projeto do carro.
2	Automação Parcial	Existe uma combinação de funções automatizadas como aceleração e direção, mas o motorista deve estar atento ao trajeto e monitor o ambiente durante todo o tempo.
3	Automação Condicional	O motorista é necessário, mas não é requerido o monitoramento do ambiente. O motorista deve estar pronto para assumir o volante quando for preciso.
4	Alta Automação	O automóvel é capaz de executar todas as funções para direção sob algumas condições. O motorista pode ter a opção de assumir o volante.

5	Completa Automação	O automóvel é capaz de executar todas as funções para direção em todas as condições. O motorista pode ter a opção de assumir o volante.
---	--------------------	---

Componentes do sistema de percepção de Veículos Autônomos

As funções de um veículo autônomos, como controle de atuação do freio, direção para evitar colisões, necessitam de plataformas com *hardware* e *softwares* que habilitem o sistema, como drivers dos dispositivos, *software* para detecção e localização e drivers de sensores e atuadores. Todos os componentes do sistema precisam se comunicar internamente e externamente com cada outro de forma confiável e segura por meio de comunicações via *software* e *hardware*.

No caso do Chevrolet Cruise AV, um veículo autônomo que está em testes nos EUA, o sistema de percepção é composto de dezesseis câmeras, vinte e um radares e cinco LiDARs, acrônimo de Light Detection and Ranging, um sensor que utiliza feixes de laser que ajudam a mapear o ambiente, quando voltam para o sensor. A Figura 1 ilustra essa composição de elementos perceptivos e sua localização.



Figura 30 - Sensores, Câmeras e Radares no Chevrolet Cruise AV [6]

Os veículos autônomos até 2019 possuem em um sistema avançado de assistência ao motorista, do inglês *Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)*, piloto automático (ACC), detecção de pedestre (PD), aviso de mudança de pista (LDW), câmeras e alertas para manobras de ré, entre outros. Os veículos autônomos atuais são como sistemas computacionais distribuídos com diversas unidades de controle eletrônicas, entre 50 e 150, e armazenamento distribuído com capacidade de vários gigabytes (GBs) que executam o controle do veículo, navegação, telemetria e entretenimento que estão presentes no desempenho ou comportamento do veículo. Por aplicarem técnicas de visão computacional, *Deep Learning* e Inteligência Artificial (AI), os veículos

autônomos exigem a utilização massiva de processamento para tomada de decisões em tempo real, posto que o processo de decisão em tempo real deve ser independente de qualquer nuvem.

Níveis de segurança para automóveis

O veículo deve ser sempre controlado para evitar perigos nos quais os passageiros ou outros participantes do trânsito podem se ferir. Por consequência, a disponibilidade de funções básicas de veículos que controlam o veículo, como aceleração, freio e direção, devem ser garantidos.

Um dos aspectos mais relevantes para desenvolvimento de sistemas automotivos de segurança é atender completamente aos requisitos da ISO 26262 [7]. Tal norma define quatro classes de risco, denominadas ASIL-A, ASIL-B, ASIL-C e ASIL-D, sendo que ASIL é a sigla para *Automotive Safety Integrity Level*. Adicionalmente, é utilizada como medida *Failure In Time* (FIT), como uma medida de probabilidade de falha por hora. É considerado 1 FIT quando ocorre 1 falha em 10^9 horas. A Tabela 3 mostra a taxa de falhas para cada classe de risco.

Tabela 3 - Classes de Risco X Taxa de falhas

ASIL	Taxa de Falha
D	$< 10^{-8} /h = 10 \text{ FIT}$
C	$< 10^{-7} /h = 100 \text{ FIT}$
B	$< 10^{-7} /h = 1000 \text{ FIT}$
A	$< 10^{-6} /h = 10 \text{ FIT}$

No projeto dos veículos autônomos, os dados de segurança em relação aos testes são coletados e analisados. São realizadas simulações para testar modificações necessárias para que o veículo seja cada vez mais seguro [8]. Também é necessário a utilização do VA em diversas condições climáticas.

Existem funcionalidades redundantes no veículo autônomo, para aumentar a confiabilidade, para caso um falhar o outro entre em operação. Por exemplo, os sinais de comunicação podem trafegar por um caminho alternativo, em caso de falha do canal principal.

Um *framework* centrado na segurança dos veículos incorpora desafios como garantir os atributos de segurança, a confiabilidade, a disponibilidade e assegurar que o sistema irá desempenhar quando solicitado, mesmo quando enfrenta alterações internas

ou externas. A capacidade de atuar em cenários com mudanças é chamada de resiliência e o sistema deve ser capaz de se prevenir ou se adaptar às variações do mundo externo[8].

Lógica Paraconsistente em sistemas inteligentes

Sistemas inteligentes estão cada vez mais sendo utilizados por especialistas na construção de sistemas que podem ser utilizados em automatizações com princípios baseados em lógicas ditas como clássica e não clássicas. A Lógica Paraconsistente permeia a classificação das lógicas não clássica. O termo "paraconsistente" significa literalmente "próximo à consistência". No entanto, em 1976, o filósofo cientista Francisco Miró Quesada chamou a lógica de "Paraconsistente". De acordo com a Lógica Paraconsistente, uma sentença e sua negação podem ser ambas verdadeiras. Durante a década de 1950, o polonês S. Jaskowski e o matemático lógico paranaense Newton C. A. da Costa propuseram a contradição na estrutura lógica e ficaram conhecidos como os fundadores da Lógica Paraconsistente [9].

No cotidiano, diversas capturas de informações ditas contraditórias abrem um espaço de incertezas que culminam em constantes contradições e caracteriza aberturas em futuras contestações. Em áreas como análises de exames clínicos, onde pelo menos dois ou mais especialistas estão à frente de decisões, sempre haverá apontamento de diferentes opiniões.

A Lógica Paraconsistente Lógica Evidencial $E\tau$ [10] é uma classe de Lógica Paraconsistente que trabalha com proposições do tipo $p(\mu, \lambda)$, onde p é uma proposição e (μ, λ) indicam os graus de evidência favorável e evidência contrária respectivamente. O par (μ, λ) é chamado de constante de anotação, com os valores de μ e λ sendo limitados entre 0 e 1. Uma forma de representar a lógica paraconsistente que permite perceber o alcance real assim extrair resultados para subsidiar a tomada de decisão, se depara com a compreensão do diagrama e seus graus de certeza e incerteza, agrupados em estados extremos identificados nos resultados. Entre um e quatro são estados extremos e não extremos mostrados nos resultados (entre cinco e doze), com valores de controle ajustáveis representando valores-limites: $C1 = C3 = \frac{1}{2}$ e $C2 = C4 = -\frac{1}{2}$;

- C1: V_{cve} = valor máximo do controle de certeza;
- C2: V_{cfa} = valor mínimo de controle de certeza;

- C3: V_{cic} = valor máximo do controle de incerteza;
- C4: V_{cpa} = valor mínimo do controle de incerteza

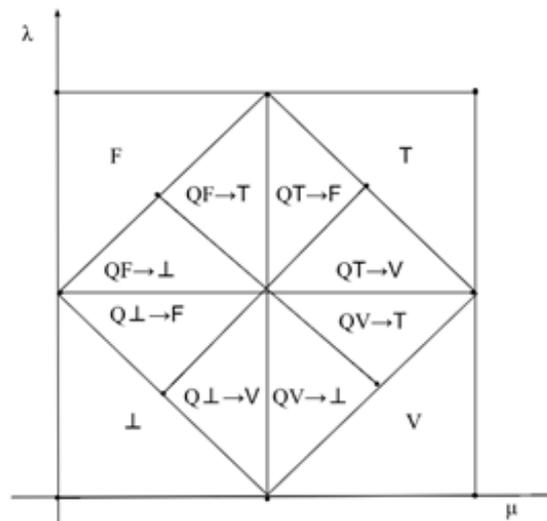


Figura 2 - Diagrama com graus de certeza e incerteza, com valores ajustáveis de controle de limite indicados nos eixos [9].

Na representação do diagrama com os graus de certeza e incerteza da Lógica Paraconsistente foram utilizados os símbolos para cada um dos casos e foram elaboradas interpretações para dos seus doze (12) resultados possíveis, como é possível observar na Figura 2. Os resultados de 1 a 4 podem ser classificados como estados extremos e estão representados na Tabela 4. Já os estados 5 a 12, representam estados não extremos e serão apresentados na Tabela 5.

Tabela 4 - Representação de estados extremos da lógica paraconsistente

Item	Símbolo	Descrição
01	V	Verdadeiro
02	F	Falso
03	T	Inconsistente
04	⊥	Paracompleteza

Pode-se representar a lógica paraconsistente de forma a atender às novas proposições e assim conseguir obter novos resultados para auxiliar na tomada de decisão, representa-se o diagrama e seus graus de certeza e de incerteza, agrupados em doze estados, conforme mostrado na tabela a seguir:

Tabela 5 - Representação De Estados Não Extremos Da Lógica Paraconsistente

Item	Símbolo	Descrição
05	$QV \rightarrow T$	Quase verdadeiro tendendo para o inconsistente
06	$QV \rightarrow \perp$	Quase verdadeiro tendendo para Paracompleteza
07	$QF \rightarrow T$	Quase falso tendendo para o inconsistente
08	$QF \rightarrow \perp$	Quase falso tendendo para Paracompleteza
09	$QT \rightarrow V$	Quase inconsistente tendendo a verdadeiro
10	$QT \rightarrow F$	Quase inconsistente tendendo a falso
11	$Q\perp \rightarrow V$	Quase Paracompleteza tendendo para verdadeiro
12	$Q\perp \rightarrow F$	Quase Paracompleteza tendendo para falso

A definição do *Paraconsistent Decision Method* (MPD), proposta nos estudos [9-12], reflete o método utilizado para tomada de decisão por meio da Lógica Paraconsistente. No caso de um sistema com inteligência artificial, as redes neurais (13), também conhecidas como *Machine Learning*, que partem do estudo do reconhecimento de padrões, o aparecimento de contradições no raciocínio lógico é inevitável quando tentamos refletir o comportamento humano. Em resposta à contradição, temos a Logic Paraconsistent.

A lógica paraconsistente anotada é uma classe de Lógica Paraconsistente que trabalha com proposições do tipo $p [\mu, \lambda]$, onde p é uma proposição e $[\mu, \lambda]$ indicam os graus de evidência favorável e evidência contrária, respectivamente. O par $[\mu, \lambda]$ é chamado de constante de anotação, com os valores de μ e λ sendo limitados (1 entre 0 e 1). Ao fomentar o uso da Lógica Paraconsistente Anotada em apoio à tomada de decisão em carros inteligentes, abre-se novos caminhos em estudo de algoritmos que possibilite mitigar inúmeras falhas que causam acidentes e põe em riscos vidas humanas. Considerando que a maior parte dos acidentes são causados por falhas humanas, essa melhoria salvaria milhares de vida anualmente e evitaria diversos gastos com despesas médicas e hospitais.

O Processo Unificado de Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ (PULPA), exposto na Tabela 6, tem como objetivo facilitar o entendimento da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ ao implementar em sistema computacional [13], assim como foi no sistema Apoio Inteligente na Tomada de Decisão (AITOD), como segue:

Tabela 6 - PULPA-Processo Unificado de Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$

Item	Processo	Subprocesso
1	Definição	Definir Proposição; Definir fatores; Definir seção; Definir base de dados;
2	Transformação	Gerar Normalização; Coletar Evidências (favorável e desfavorável); Calcular Maximização; Calcular Minimização;
3	Cálculos	Calcular evidência (Min resultante, Max resultante); Calcular Grau (Gce: Certeza, Gco: Contradição); Calcular variável Análise Global
4	Parâmetros	Parametrizar valores limites;
5	Processamento	Processamento do algoritmo Para-analisador;
6	Suporte a decisão	Auxílio na tomada de decisões;

A seguir, será detalhada cada etapa atividade do Processo Unificado de Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ (PULPA).

1. Definição: listar as informações necessárias para auxiliar à tomada de decisões.

Definir Proposição: Definir proposição apropriada para propor assistência na decisão.

Seção - Define: Identifique as seções de cada fator que permitem dar condições aos fatores (sucesso ou fracasso) que ajudarão na tomada de decisão.

Definir banco de dados: Coleta de dados: colete dados e organize-os de acordo com as seções que atendem aos fatores.

2. Transformação: Deve-se traduzir dados que sirvam como entradas para o processamento da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$.

Normaliza Dados: Normaliza dados organizados (por seções) para representar as entradas na lógica paraconsistente. Técnicas utilizadas tais como, Linear no intervalo [0 e 1], valor máximo dos elementos, padrão Z-Score.

Defina Evidência Favorável E_f (μ): dados coletados refletindo opiniões de especialistas (por seções). Esses dados, depois de normalizados, representam as entradas E_f (μ) para o processamento da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$.

Defina Evidências Desfavoráveis E_d (λ): dados coletados que refletem opiniões de especialistas (por seções). Estes dados, depois de normalizados, representam as entradas E_d (λ) para o processamento da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$.

3. Cálculo: Calcular Maximização MaxEf (μ): Em cada dado (por seções) coletados como evidência favorável Ef (μ), use o maior valor entre eles (por seções) para representar a maximização da evidência favorável Ef (μ).

Cálculo de MinEd Minimização (λ): Em cada dado (por seções) coletados como evidência desfavorável Ed (λ), use o menor valor entre eles (por seções) para representar a minimização da evidência desfavorável Ed (λ).

Cálculo de Evidência ResultingMinEf (μ): O resultante deve ser usado, quando os dados são agrupados por especialistas e precisam cruzar entre suas entidades (Camera X Radar). Em cada dado (por seções) coletado como evidência favorável Ef (μ), use o menor valor (por seções) entre camera e radar para representar o resultado de minimizar evidência favorável Ef (μ) exemplo 1: o menor valor entre evidências favoráveis Ef (μ) camera e evidência favorável Ef (μ) radares.

Cálculo de Resultante EvidenceMaxEd (λ): O resultante deve ser usado quando os dados são agrupados por especialistas e precisam cruzar entre suas entidades (camera X radar). Em cada dado (por seções) coletadas como evidência desfavorável Ed (λ), use o maior valor (por seções) entre camera e radar para representar o resultado da maximização da evidência desfavorável Ed (λ). Exemplo 1: maior valor entre evidência desfavorável Ed (λ) camera e evidência desfavorável Ed (λ) radares.

Cálculo do grau de certeza (Gce): Com base nas evidências (por seções) coletadas, deve ser possível calcular o grau de certeza, pois consegue-se fazer a diferença entre a evidência favorável Ef (μ) e a evidência desfavorável Ed (λ) o grau de certeza (Gce). Exemplo 1: $GCE = Ef(\mu) - Ed(\lambda)$.

Cálculo do Grau de Contradição (Gco): Com base nas evidências (por seções) coletadas, deve ser possível calcular o grau de contradição, pois consegue-se fazer a soma entre a evidência favorável Ef (μ) e a evidência desfavorável Ed (λ), usando o resultado da soma na extração de uma unidade (1) e assim obter o Grau de Contradição (Gco). Exemplo 1: $GCE = (Ef[\mu] + Ed[\lambda]) - 1$.

Cálculo Global Certainty Analysis (BGce): Com base nos graus (por seções) de certeza calculados, deve ser possível calcular a Análise Global como a média aritmética dos graus de certeza e, assim, resultar na Análise Global do Grau de Certeza (BGce). Exemplo 1: $BGCE = \Sigma GCE / GCE \text{ Quantidade}$.

Análise Global de Grau de Contradição (BGco): Com base nos graus (por seções) da contradição calculada, deve ser possível calcular a Análise Global como a média

aritmética dos graus de contradição e assim resultar na Análise Global do Grau de Contradição (BGCo). Exemplo 1: $BGCo = \Sigma GCo / \text{Quantidade de GCo}$.

4. Parametrização: são os limites que limitam as regiões para análise (valores altos o suficiente para serem considerados) independentemente dos princípios lógicos.

Limite de parametrização TLV (*True Limit Value*): São condições parametrizadas pelo engenheiro do conhecimento com o objetivo de obter respostas aceitáveis como verdadeiras, nas condições em que o valor do grau for menor, maior ou igual ao valor do parâmetro.

Limite de parametrização FLV (*False Limit Value*): Estes parâmetros são parametrizados pelo engenheiro de conhecimento para obter respostas aceitáveis como falsas, nas condições em que o valor do grau for menor, maior ou igual ao valor do parâmetro.

Limite de parametrização PLV (*Paracomplete Limite Value*): Estes parâmetros são parametrizados pelo engenheiro de conhecimento com o objetivo de obter respostas aceitáveis como paracompleto total, nas condições em que o valor do grau for menor, maior ou igual ao valor do parâmetro.

Limite parametrizado ILV (*Inconsistent Limit Value*): São condições parametrizadas pelo engenheiro do conhecimento com o objetivo de obter respostas aceitáveis como inconsistentes, nas condições em que o valor do grau for menor, maior ou igual ao valor do parâmetro.

5. Processamento: Neste processo, o objetivo deve ser executar o algoritmo do Analisador de Parâmetros para obter os parâmetros de acordo com a entrada dos dados.

6. Tomada de Decisão: Neste processo, o objetivo deve ser analisar o grau de contradição, que pode ter valor para cima e para baixo. Na existência de um alto grau de contradição (Gco), indica que não há certeza para auxiliar a tomada de decisão e, portanto, pode ser preciso buscar novas evidências. A existência de um baixo grau de contradição (Gco), juntamente com um alto grau de certeza (Gce), indica a possibilidade de uma análise conclusiva sobre a proposição.

Comunicação V2X em veículos autônomos

A comunicação *Vehicle-to-Everything* (V2X) é composta de comunicação sem fio entre veículos, *Vehicle-to-Vehicle* (V2V) e entre veículos para infraestrutura, *Vehicle-to-Infrastructure* (V2I), para conectar esses veículos utilizando tecnologias de rede de

acesso local e acesso em regiões amplas. Outro tipo de comunicação possível é entre veículos e pedestre (V2P).

O objetivo primário da comunicação V2V e V2I é prevenir acidentes e salvar vidas pelo alerta a motoristas de perigos escondidos que não podem ser descobertos pelos equipamentos no interior do veículo. Por meio do compartilhamento de dados, numa região interna a um raio de cobertura do veículo, o motorista poderá ser alertado das causas mais comuns de acidentes em a tempo de tomar alguma ação. A junção das comunicações V2I e V2V forma a comunicação V2X, também chamada de sistema de transporte cooperativo inteligente (CITS).

Tal fluxo de dados pode auxiliar no gerenciamento de tráfego com a intenção de reduzir o congestionamento. A figura a seguir ilustra o fluxo de comunicações entre veículos, infraestrutura e pedestres.

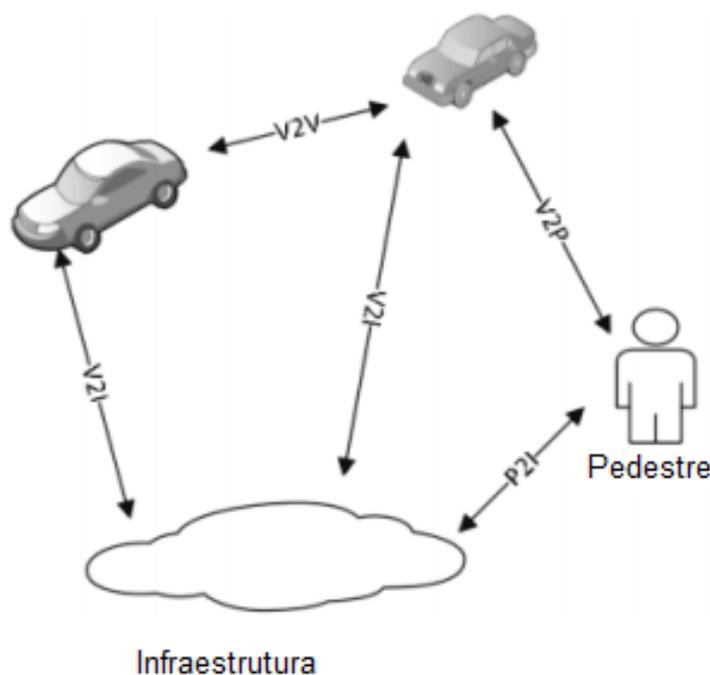


Figura 31 - Conexões de rede e conectividade V2X [13]. (adaptado)

As tecnologias de rede, responsáveis pelo envio de dados do veículo para nuvem, irão necessitar de várias capacidades e sistemas distintos trabalhando conjuntamente para entregar os veículos autônomos no futuro.

As comunicações V2X devem prover o desempenho para os vários casos de uso para conectar plataformas compostas de componentes como câmeras, radares ultrassônicos, *Light Detection and Ranging* (LIDAR) e *Global Navigation Satellite System* (GNSS) com sistemas de armazenamento e processamento, para, por exemplo,

determinar a posição precisa do veículo. Por exemplo, no caso de V2I, os alertas podem incluir violações de passagem em luz vermelha no semáforo, pedestres cruzando a rua, alertas de velocidade nas curvas, avisos de homens trabalhando na pista, entre outros. A comunicação V2I pode ser utilizada para otimizar o uso da malha viária e, assim, contribuir para redução da poluição ambiental.

Já os serviços V2V podem ser aplicados para avisos de luz de freio de emergência, alertas de tráfego, notificação de veículo de emergência. A comunicação V2V permite a veículos atuarem de forma cooperativa e trocarem informação relevantes entre si como dados sobre o trânsito local, como acidentes nas proximidades, e as intenções de direção de cada veículo.

Adicionalmente, devem possuir capacidade de reunir dados comportamentais dos veículos para melhorá-los, aplicando a aprendizagem automática, atualização de *software* e recursos de segurança, ou que os veículos troquem dados com uns aos outros por meio de links sem fio. Os veículos autônomos utilizam mapas digitais de alta definição cujo download pode ser realizado offline.

Ressalta-se que essa comunicação, apesar de desejada, é opcional para os veículos autônomos. Já que os veículos devem continuar a trafegar normalmente e com segurança mesmo quando a rede não estiver funcionando ou não houver cobertura. Se a comunicação for mandatória, o veículo deixa de ser autônomo e se torna um veículo atuado remotamente.

Discussão: Protocolos Padronizados para V2X

As Redes VANET, *Vehicular Ad hoc Networks*, utilizam tecnologias específicas para comunicação veicular. Uma subclasse dessa rede é *Mobile ad-hoc Network* (MANET) que são essenciais para o desenvolvimento de sistemas de transporte inteligente (ITS). Sistemas ITS incorporam uma ampla gama de tecnologias de comunicação sem fio e com fio para que são responsáveis pela transmissão de informações por meio de diversos equipamentos eletrônicos

As tecnologias sem fio utilizadas são: Sistema celular, WiMAX, Microwave, Wi-Fi, DSRC, ZigBee, Bluetooth, Millimeter (mm) Wave Communication (mmWave). A tecnologia Celular e DSRC são potenciais tecnologias para veículos conectados. A figura 3, a seguir, mostra as ramificações das redes VANET.

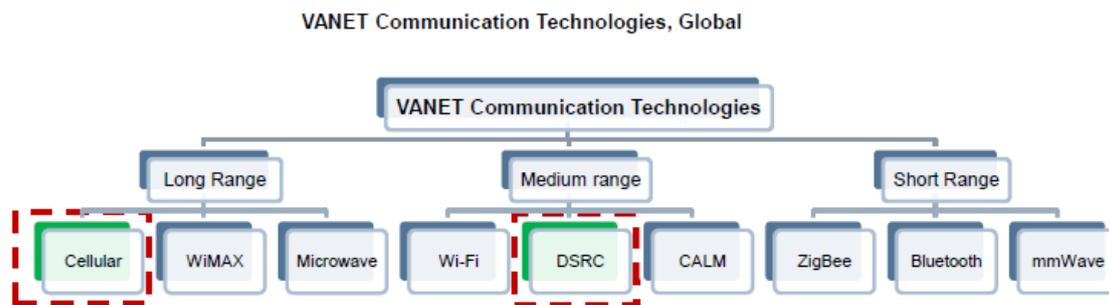


Figura 3 - Tipos de Tecnologias de Redes VANET [14].

As redes de telecomunicação atuais não foram projetadas para tratar o volume de dados e processamento necessários para atender milhares de veículos autônomos que estiverem simultaneamente no mesmo trecho. Assim, a evolução dos veículos autônomos envolve a evolução das tecnologias de comunicação ou o desenvolvimento de novas tecnologias como a quinta geração de internet sem fio (5G). A conectividade e capacidade de trocar informações em uma rede são novas características a serem incluídas nos veículos autônomos, nas quais a comunicação V2X deve ser obrigatoriamente confiável e com baixa latência.

A conectividade e redes de V2X podem ser implementadas com diferentes tecnologias sem fio. Uma dessas tecnologias é a *Dedicated Short-Range Communications* (DSRC), desenvolvida para casos de uso de segurança crítica baseadas no padrão IEEE 802.11p, WiFi. DSRC é específico para curtas distâncias em uma rede ad-hoc de fluxo de dados em ambos os sentidos em uma banda dedicada de 70 MHz no espectro com sete canais. Esta tecnologia foi alocada na frequência de 5,9 GHz nos Estados Unidos e Europa e em 5,8 GHz no Japão. O tempo de latência do DSRC é abaixo de 50 milissegundos e a cobertura é até 2 quilômetros com taxa de dados de 6 Mbps a 27 Mbps. As mensagens são criptografadas com uma infraestrutura de chave pública.

Esse padrão do IEEE, na camada de controle de acesso (MAC), utiliza a técnica de broadcast como método principal para disseminar as mensagens de emergência e de segurança. DSRC possui seis (6) canais de serviço e um (1) canal de controle. Pela alocação das frequências, quando um veículo de emergência transmitir uma mensagem alertando a aproximação desse veículo de emergência, será utilizado o canal de controle [15].

Essa tecnologia foi adotada pelo Departamento de Segurança no Trânsito dos Estados Unidos. Diversas montadoras americanas estão desenvolvendo seus VAs baseados em DSRC. Na Europa, foi adotada a tecnologia IST-G5. Essa tecnologia

aplica uma adaptação europeia para a subcamada física e de acesso ao médio usando IEEE 802.11 como o padrão base. A Figura 4 ilustra os protocolos utilizados em cada solução.

Tabela 4 - Pilha de protocolos do DSRC e IST-G5 [13].

	IST-65 (Europe)	WAVE (USA)
Security IEEE 1609.2	C2C-CC	SAE J2945
	ACM, DENM, SPAT, MAP	SAE J2735 (BSM, SPAT, MAP, etc.)
	GeoNet / Decentralized congestion control	DSRC WAVE short message protocol
	TCP / IPv6	TCP / IPv6
	IEEE 802.11p MAC EU Profile	IEEE 802.11p MAC DSRC
	IEEE 802.11p PHY EU Profile	IEEE 802.11p PHY DSRC

Outro padrão que pode ser utilizado para comunicação V2X está em desenvolvimento pelo 3GPP, 3rd *Generation Partnership Project*. Esse projeto une organizações que desenvolvem padrões de telecomunicação. O padrão adotado por essa instituição é LTE C-V2X, *Long Term Evolution Celular-Vehicle to Everything*. Atualmente, esse projeto já apresentou o Release 15, onde foram incluídas características de rede 5G na especificação, e está trabalhando na elaboração do Release 16.

Entretanto, nem todas os fabricantes de VAs estão utilizando as comunicações V2X para incrementar a segurança, devido aos indicadores de desempenho inadequados das atuais redes de telefonia celular, como cobertura da rede, segurança dos dados e confiabilidade, da necessidade de assinatura de uma operadora de celular e de acordos para roaming.

Influência da Comunicação 5G

Em relação à próxima geração de tecnologias de comunicações via rádio, espera-se que ela entregue maior capacidade, latência muito baixa e maiores taxa de transmissão. Com o aumento do tráfego móvel pela conectividade de diversos objetos, as redes de telefonia celular precisarão aumentar sua capacidade para suportar o volume de conexões adicionais. Veículos autônomos necessitam atuar com atualizações de dados praticamente instantâneas das informações de suas redondezas. Assim, não há tempo

para enviar e receber informações de um servidor localizado a centenas de quilômetros de distância quando o veículo está trafegando em alta velocidade como 100 km/h em uma rodovia com quase 100 veículos próximos. Com a tecnologia 5G e a consequente disponibilização de recursos computacionais em cada nó da rede, as informações serão entregues aos veículos conectados em milissegundos.

A tecnologia 5G tem como objetivo entregar múltiplas formas de conectividade incluindo comunicações entre veículos e outros veículos, veículos e infraestrutura e veículos com a rede de eletricidade. Nos locais onde o 5G não está disponível, será utilizada a rede 4G LTE, isto é, *Long Term Evolution*. A figura a seguir compara o desempenho e capacidades de redes 4G e 5G em diversos quesitos como: Valor de Pico da Taxa de Transferência de Dados, Eficiência Espectral, Taxa de Transferência de Dados para Usuário, Mobilidade, Latência, Densidade de Conexões, Eficiência Energética da rede, capacidade de área de tráfego.

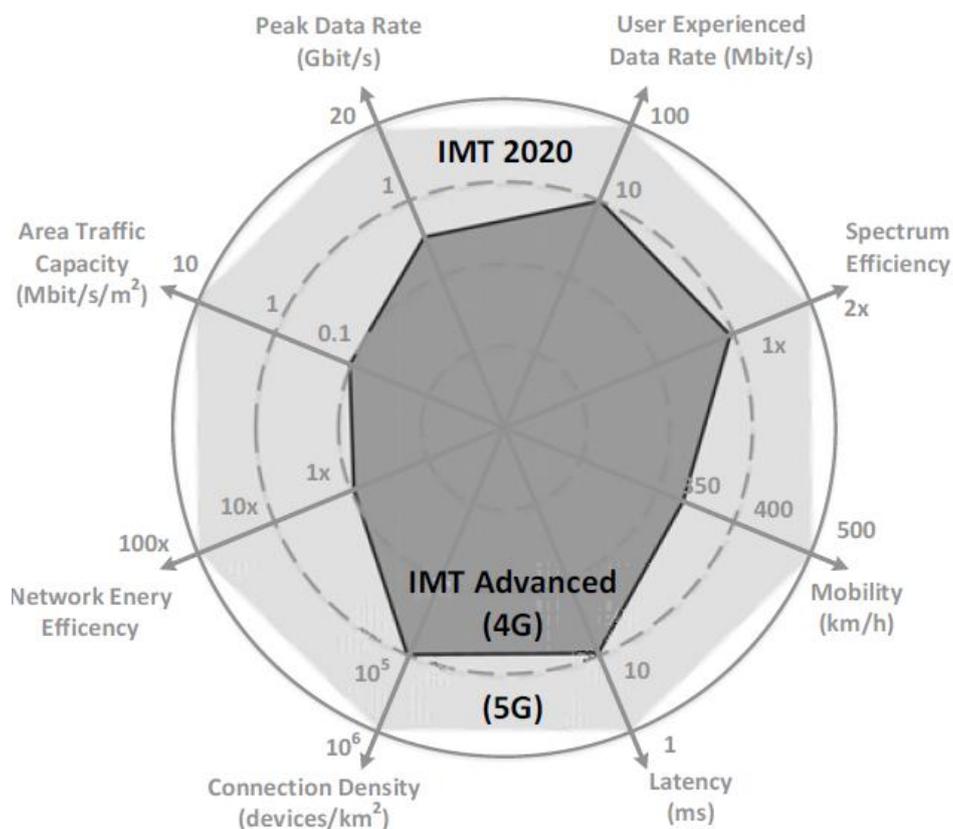


Figura 32 - Comparação das capacidades das redes 4G e 5G [13].

Uma característica desse tipo de interconexão é que a rede é bastante dinâmica, pois novos nós entram na rede, por exemplo veículos que estavam parado e começam a trafegar, e nós saem da rede, como veículos que são estacionados e desligados. Assim, será necessário periodicamente verificar a configuração da rede V2X. Adicionalmente,

existem discussões de como aplicar de técnicas de acesso multi-radio (multi-RAT) para melhoria da confiabilidade da comunicação [16].

Utilizando a tecnologia 5G, é possível estabelecer comunicação entre veículos autônomos e a infraestrutura de trânsito, *Vehicle-to-Infrastructure* (V2I). Com a comunicação direta V2X, a latência da transmissão poderá ser reduzida eficientemente, dado que a infraestrutura da rede não está envolvida na transmissão de dados do plano de usuário [17].

Os casos de uso de V2X são bem desafiadores quando estão relacionados a funções de segurança do veículo de acordo com ISSO 26262, a qual especifica os procedimentos a serem realizados no caso de um veículo tenha um mau comportamento para não representar risco para as vidas dos envolvidos.

Para aplicação V2X, 3GPP estabeleceu os passos para evolução do C-V2X que suportam serviços de sistemas inteligentes de transporte (ITS). Existem quatro fases definidas, sendo que a 4ª fase ainda está na etapa de planejamento. As fases estão descritas a seguir:

- - 1ª Fase do C-V2X: versão inicial baseada na tecnologia LTE R14 (Release 14)
- - 2ª Fase do C-V2X: versão melhorada baseada na tecnologia LTE R15.
- - 3ª Fase do C-V2X: Projeto baseado na tecnologia NR (New Radio), possivelmente também LTE, R16+.
- - 4ª Fase do C-V2X: Futuras implementações baseado na tecnologia NR R17+.

A Figura a seguir ilustra a linha de tempo de evolução do 3GPP dos Releases 15 e 17.

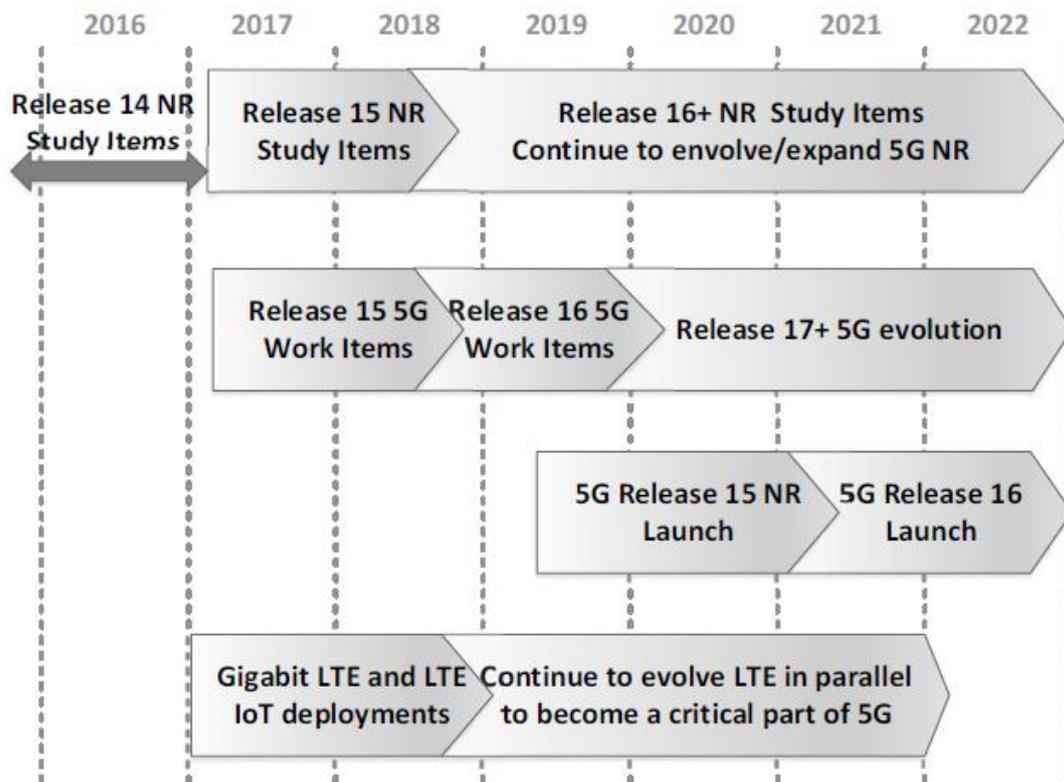


Figura 33 - Linha do tempo do 5G [18].

Conclusão

O veículo autônomo, para ampliar o controle sob a segurança, pode realizar trocas de dados entre seus componentes com elementos fora do veículo, como infraestrutura e outros veículos realizando a comunicação V2I, V2V e V2P.

A evolução dos veículos autônomos necessita da evolução das tecnologias de comunicação atuais e do desenvolvimento de novas tecnologias como 5G. Com isso o número e a severidade das colisões em rodovias devem reduzir dramaticamente, pois os veículos terão maior sensibilidade em relação ao ambiente e podem comunicar os eventos e perigos próximos a eles.

Como próximos passos para esse trabalho, serão elaboradas simulações com base nos protocolos atuais e da comunicação 5G, para verificar os efeitos em métricas mensuráveis como latência, taxa de transferência e capacidade máxima de veículos que estão se comunicando. Adicionalmente, será proposto um protocolo com objetivo de redução da latência da comunicação V2V, um aspecto crítico para veículos autônomos. As simulações serão realizadas no *software* OMNeT++ [19], sendo verificada a utilização da Lógica Paraconsistente Anotada. Uma análise adicional é a segurança cibernética [20] em veículos autônomos, que está fora do escopo desta pesquisa.

Referências

- [1]. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The Top Ten causes of death.** 20/05/2018. Disponível em <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. Acessado em: 19/05/2019
- [2]. NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION (NHTSA); **Critical Reasons for Crashes Investigated in the nation motor vehicle crash causation survey.** Março/2018; Disponível em <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812506> ; Acessado em 19/05/19.
- [3]. **Acidentes rodoviários e infraestrutura.** Conferação Nacional dos Transportes (CNT). Brasília, 2018.
- [4]. 5G AUTOMOTIVE ASSOCIATION (5GAA). **Socio-economic benefits of cellular V2X.** 2017; Ref. 2011027-492. Disponível em <http://5gaa.org/news/5gaa-study-the-cost-benefit-analysis-on-cellular-vehicle-to-everything-c-v2x-technology-and-its-evolution-to-5g-v2x/>. Acessado em 21/01/2019.
- [5]. NHTSA. 2017. **Automated driving system 2.0: A vision for safety**, EUA, 2017. Disponível em https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf . Acessado em 20/08/2018.
- [6]. GENERAL MOTORS. 2018 **Self-Driving Safety Report.** EUA. 2018. Disponível em <https://www.gm.com/content/dam/company/docs/us/en/gmcom/gmsafetyreport.pdf> Acessado em 11/mar/19.
- [7]. KOHN, A. et al. “**Markov Chain-based Reliability Analysis for Automotive Fail-Operational Systems.** SAE Int. J. Trans. Safety. Volume 5, Issue 1. pp. 30-38, 2017.
- [8]. Jamil K. NAUFAL, Jr.; João B. CAMARGO, Jr.; Lucio F. VISMARI; Jorge R. de ALMEIDA, Jr.; Caroline MOLINA; Rodrigo Ignacio R. GONZÁLEZ; Rafia INAM; Elena FERSMAN. **A2CPS: A Vehicle-Centric Safety Conceptual Framework for**

Autonomous Transport Systems; IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 19, NO. 6; p. 1925-1939, 2018.

[9]. ABE, Jair M.; AKAMA, S.; NAKAMATSU, K., **Paraconsistent Intelligent-Based Systems - New Trends in the Applications of Paraconsistency**. 1. ed. Switzerland: Springer International Publishing, v. 1, 2015. ISBN DOI: 10.1007/978-3-319-17912-4.

[10]. ABE, Jair M. **Paraconsistent logics and applications**. In: 4th International Workshop on Soft Computing Applications., IEEE, 2010, p. pp. 11–18.

[11]. ABE, Jair M. **Paraconsistent Artificial Neural Networks: An Introduction**. In: NEGOITA, M.; HOWLETT, R.; JAIN, L. Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering, 23206-3 DOI: 10.1007/978-3-540-30133-2_124, 2004. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-30133-2_124>.

[12] LIMA, Alessandro. W. B.; LIMA, Luiz.; ABE, Jair M.; GONÇALVES, Rodrigo F.; ALVES, Davis.; NAKAMATSU, Kazumi. **Paraconsistent Annotated Logic Artificial Intelligence Study in Support of Manager Decision-Making**, 2018 2nd International Conference on Business and Information Management (ICBIM 2018)-Session 1: Information Technology and Information Management, Barcelona, Spain, 2018, ISBN:978-1-4503-6545-1, ISSN:2010-023X, DOI:10.18178/IJTEF, ISSN:2301-3567, DOI:10.18178/JOEBM, 2018.

[13]. MEUCK, Markus. KARLS, Ingolf. **Networking Vehicles to Everything**. Walter de Gruyter Inc., Berlim – Alemanha, 2017.

[14]. FROST; SULLIVAN. **Vehicle-to-Everything Technologies for Connected Cars: DSRC and Cellular Drive Oport-unities**. TechVision Group of Frost & Sullivan. 2017.

[15]. RAHMAN, K. A.; TEPE, K. E. **Towards a Cross-Layer Based MAC for Smooth V2V and V2I Communications for Safety Applications in DSRC/WAVE Based System**, IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), 8-11 de Junho de 2014, Dearborn, Michigan, EUA, p. 969-973, 2014.

- [16]. Ji LIANGHAI; Andreas WEINAND; Bin HAN; Hans D. SCHOTTEN. **Applying Multiradio Access Technologies for Reliability Enhancement in Vehicle-to-Everything Communication**; IEEE Access, Vol. 6, 2018, p. 23079-23094.
- [17]. Ji LIANGHAI; Andreas WEINAND; Bin HAN; Hans D. SCHOTTEN. **Feasibility study of enabling V2X communications by LTE-Uu radio interface**; IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC). 2017; Qingdao, China.
- [18]. **OMNeT++ Discrete Event Simulator**. [Online]. Disponível em: <https://omnetpp.org/>. Acessado: 10-fev-2019.
- [19]. KURIAN, Ashish. **Latency Analysis and Reduction in a 4G Network**. **Dissertação**. Delft University of Technology, Holanda, 2018.
- [20]. SILVA, M. B. F.; LIMA, L. A.; ABE, J. M.; BARBIN, S. E. **Análise da segurança cibernética em veículos autônomos utilizando Lógica Paraconsistente**. IBEROAMERICAN JOURNAL OF PROJECT MANAGEMEN (ONLINE), v.10, p.30-48, 2019.

ESTUDO APOIADO NAS APLICAÇÕES PRODUZIDAS PARA ROBÔS MÓVEIS PARACONSISTENTE

Flavio A. Bernardini, Jair M. Abe, Luiz A. de Lima, Liliam S. Sakamoto, Silas S. Leite
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
flavioamberner@gmail.com, jairabe@uol.com.br, luiz@wcisp.com.br,
liliam.sakamoto@gmail.com, ssleite0@gmail.com

Resumo

A primeira aplicação eficiente da lógica paraconsistente anotada em robôs móveis foi a Emmy. Após ela houve o Emmy II, a plataforma robótica móvel chamada de Crater, enfim, robôs móveis que compartilham o mesmo problema: desviar de obstáculos que se encontram na diagonal. Esse trabalho busca entender o que leva esses robôs móveis a não desviar de obstáculos que se encontram nesta posição, propondo uma solução para este problema, assim como apresentar o que levará estes robôs móveis a deixar de apenas desviar de obstáculos.

Palavras-chave: Tecnologia Autônoma, Lógica Não Clássica, Lógica Paraconsistente.

Abstract

The first efficient application of paraconsistent logic noted in powered applications was the Emmy. After that was Emmy II, the mobile robotic platform called Crater, finally mobile robots that share the same problem: dodging obstacles that lie diagonally. This paper seeks to understand what leads these mobile robots not to avoid obstacles that are in this position, proposing a solution to this problem, as well as presenting what will lead these mobile robots to stop just dodging obstacles.

Keywords: Autonomous Technology, Non-Classic Logic, Paraconsistent Logic.

Introdução

O robô Emmy I e Emmy II são duas aplicações da lógica paraconsistente anotada (LPA) que revolucionaram a robótica. Emmy é um ótimo exemplo de como a LPA funciona na prática, contudo, Emmy II é uma forma compacta da Emmy, mas com um melhor

desempenho em relação ao seu antecessor. Entretanto, ambas são aplicações que possuem um problema com obstáculos que se encontram na diagonal.

Com esse problema em mente, foi buscado desenvolver um robô móvel parecido com a Emmy I, porém, foi buscado cobrir pontos cegos que possam existir; posicionando sensores ultrassônicos aos lados e, tradicionalmente, na parte frontal do robô. Foi usada duas proposições: a frente do robô está livre e os lados do robô estão livres. Essencialmente, o objetivo deste trabalho é contribuir para que a família de robôs moveis paraconsistente se tornem mais inteligentes usando componentes parecidos ao que já foi usado: sensores ultrassônicos, microcontroladores para processar os valores recebidos pelos ultrassônicos e, conseqüentemente ativar os motores. Entretanto, será abordado o processamento de imagens em tempo real usando a LPA. Por fim, a partir deste estudo pode ser discutido a implementação da aplicação LPA desenvolvida em veículos autônomos.

Segundo Luiz [1], respostas a problemas que envolvam especialistas na tomada de decisão tem como apoio a LPA que pode ser aplicada em seis etapas (conforme a tabela 1) de forma a atender uma implementação de acordo com a necessidade da aplicação em diversas áreas do conhecimento: análise de ponto de função, robótica, sistemas em inteligência artificial, etc.

Tabela 1: Aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ [1]

Item	Etapa	SubItem
1	Definição	Definir Proposição; definir fatores; definir seção; definir base de dados;
2	Transformação	Gerar Normalização; Coletar Evidências (favorável e desfavorável);
3	Cálculos	Calcular Maximização; Calcular Minimização Calcular evidência (Min resultante, Max resultante); Calcular Grau (Gce: Certeza, Gco: Contradição); Calcular variável Análise Global
4	Parâmetros	Parametrizar valores limites;
5	Processamento	Processamento do algoritmo Para-Analisador;
6	Suporte à decisão	Auxílio na tomada de decisões;

Robôs Moveis Paraconsistente

Este tipo de robô se diferencia dos robôs que usam a lógica clássica da seguinte forma: nele pode ser visto dois sensores ultrassônicos frontais. Cada sensor representa uma proposição atômica, que como explicado por Abe [2] são os graus de evidência

favorável e o desfavorável. As duas proposições embora recebem o termo evidencia; o termo evidencia está empregado aqui no sentido de “certeza” manifesta ou dados e informações que podem ser tidos como fato. Enquanto, por outro lado o termo “grau de evidência” significa o que está elucidado no curso do trabalho. O grau de evidência favorável está representado pelo μ , enquanto o grau de evidência desfavorável está representado pelo λ ; e ambos se encontram em um intervalo de 0 até 1 em uma proposição.

Cada grau de evidência é processado pelo controlador logico paraconsistente, também chamado de Para Control, resultando em um dos dozes estados lógicos, como mostra a tabela abaixo:

Tabela 2: Estados Extremos e Não Extremos [2]

Item	Símbolo	Estado Lógico
1	V	Verdadeiro
2	F	Falso
3	T	Inconsistente
4	\perp	Paracompleto
5	$QV \rightarrow \perp$	Quase verdadeiro tendendo ao Paracompleto
6	$QV \rightarrow T$	Quase Verdadeiro tendendo ao Inconsistente
7	$Q\perp \rightarrow V$	Quase Paracompleto tendendo ao Verdadeiro
8	$QT \rightarrow V$	Quase Inconsistente tendendo ao verdadeiro
9	$Q\perp \rightarrow F$	Quase Paracompleto tendendo ao Falso
10	$QT \rightarrow F$	Quase Inconsistente tendendo ao Falso
11	$QF \rightarrow \perp$	Quase Falso tendendo ao Paracompleto
12	$QF \rightarrow T$	Quase Falso tendendo ao Inconsistente

Sendo os estados lógicos: verdadeiro, falso, inconsistente e paracompleto chamado de estados extremos. Os estados lógicos restante (Quase-verdadeiro tendendo ao paracompleto, Quase-Indeterminado tendendo ao verdadeiro, Quase-verdadeiro tendendo ao indeterminado, Quase-Paracompleto tendendo ao falso, Quase-Paracompleto tendendo ao verdadeiro, Quase-Falso tendendo ao paracompleto, Quase-Indeterminado tendendo ao falso, Quase-Falso tendendo ao indeterminado) são chamados de estados lógicos não extremos. Contudo, antes de resultar em um dos dozes estados no algoritmo para-analisador é introduzido além dos graus de veracidade, os valores controlem (Valor de controle de veracidade, Valor de controle de falsidade, Valor de controle de inconsistência e o Valor de controle de paracompleteza), do qual influenciam nas decisões.

Na prática, o melhor exemplo da LPA é o robô Emmy I [3], construído em 1999. Este robô foi projetado por módulos sobrepostos, do qual tinham uma função determinada no sistema; dessa forma, a visualização da ação de cada modulo era facilitada. O robô Emmy consiste em uma plataforma de 30cm de diâmetro e 60 cm de altura.

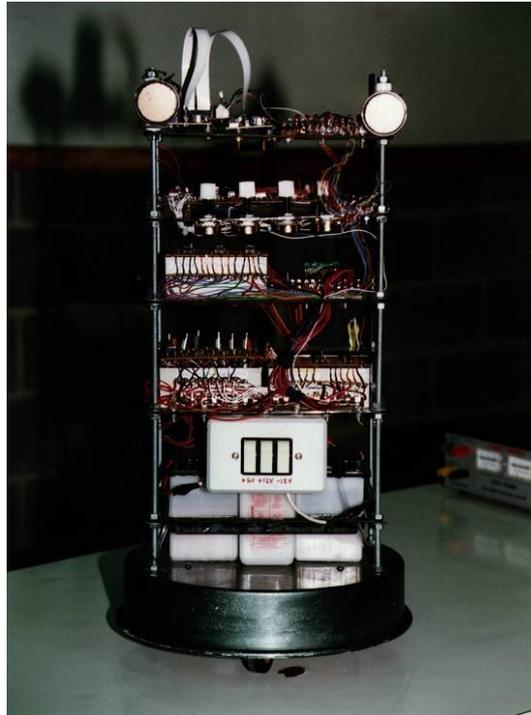


Figura 34 - Robô Emmy, Jornal Eletrônico Novo Milênio [3]

Embora, este robô tem algumas limitações da época, o robô Emmy II [4] visou em melhorar o que o seu antecessor possuía. De todas as diferenças a mais notável é o tamanho, Emmy II é pequeno, somente a sua plataforma circular diferencia em 5 cm de diâmetros em relação ao Emmy I.

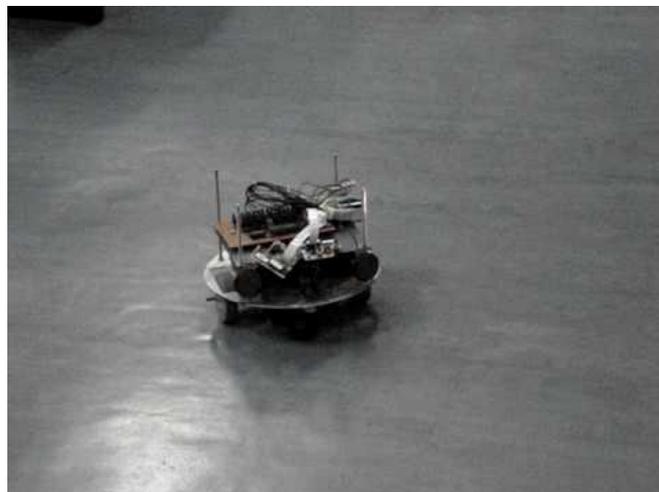


Figura 35 - Emmy II, Reprodução/Youtube (2009)

Contudo, ainda com a necessidade de ver os robôs moveis paraconsistente foi pensado no desenvolvimento de um terceiro robô chamado Crater [5]. Pelo contrário, o robô Crater não só foi projetado para desviar de obstáculos, mas também interceptar algum objeto em movimento. Entretanto, este robô consegue processar o algoritmo com mais velocidade, além de receber algoritmos mais elaborados que os robôs anteriores.

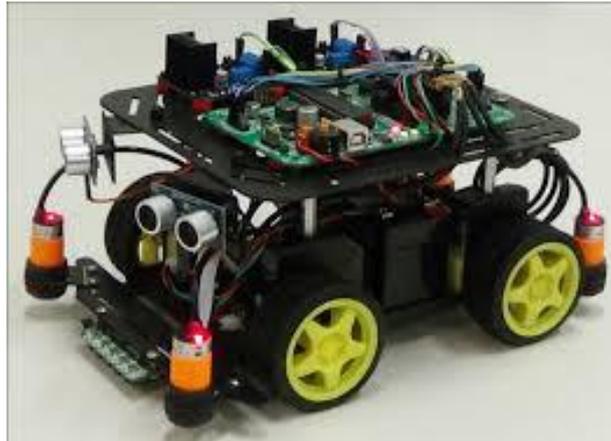


Figura 36 - Robô Crater [5]

Robô móvel – Josi

Após conhecer um pouco sobre as contribuições para a robótica usando a LPA, foi pensado em projetar um robô usando a principal característica dos robôs moveis apresentado anteriormente. Um sensor deve representar o grau de evidência favorável, enquanto o outro sensor representa o grau de evidência desfavorável; essa configuração foi aplicada em ambos os lados e na parte frontal do robô.

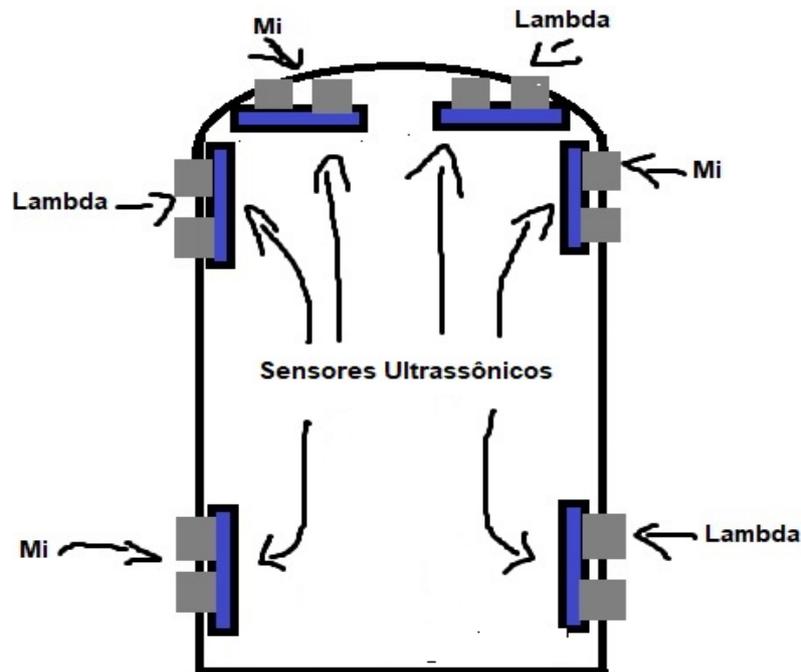


Figura 37 - Sensores e os graus de evidência, Autor

Nesta figura está ilustrado os sensores ultrassônicos usados no robô desenvolvido e qual variável de entrada este sensor será representado no código. Embora existe o modelo de ultrassônico MaxSonar, o modelo ilustrado é o HC-SR04; em relação ao MaxSonar o HC-SR04 possui um emissor e receptor, enquanto o MaxSonar o emissor e receptor estão mesclados, dando a impressão que são um só, entretanto, o ponto crucial na escolha do HC-SR04 ao invés do MaxSonar foi que os sensores ultrassônicos do modelo HC-SR04 são de baixo custo. Inicialmente, foi proposto que sensores ultrassônicos usados nos robôs moveis apresentados anteriormente não estavam cobrindo toda área, contudo, foi considerado também que os receptores (ou *echo*) dos sensores ultrassônicos podiam estar perdendo os sinais enviados pelo emissor (ou *trigger*), com essas ideias é que Josi foi desenvolvido.

Josi, o robô móvel, é um projeto ousado pois visa cobrir todos os pontos cegos que podia haver em Emmy I, Emmy II e Crater. Não só isso, foi estudado uma tecnologia, no qual, o robô Josi possa: ir do ponto “a” ao ponto “b”, em outras palavras, saber para onde ela deverá ir; um objetivo. Portanto em Josi é pensado implementar dois algoritmos que juntos trabalharam em prol de uma função. Em fabricas ou estoques, robô como Josi poderão auxiliar no leva e traz de materiais, ou mesmo, poderão guiar pessoas que estão confusas sobre como chegar em algum lugar. Enfim, para satisfazer essas necessidades, Josi deverá possuir um sistema com dois tipos de algoritmos:

- **Algoritmo para detecção de obstáculos** – Inicialmente este algoritmo deverá resolver o problema encontrado em robôs moveis paraconsistente, mas em Josi esse algoritmo deve ser visto como um requisito funcional, pois não irá ser mais proposto uma proposição do tipo “A frente está livre”, contudo, a partir do segundo algoritmo Josi irá seguir para o objetivo e o algoritmo para detectar obstáculos ficará em segundo plano.

- **Algoritmo para ir até um objetivo** – Este algoritmo convém possibilitar que o robô Josi encontre e siga até esse objetivo, a partir daqui, pode ser dito que temos uma proposição, pois um dos conceitos da visão computacional é permitir que as máquinas vejam e entendam os sinais captados pelas câmeras.

Portanto, este projeto tem duas partes a primeira é reduzir os pontos cegos encontrados na forma como os sensores ultrassônicos estão posicionados nos robôs moveis estudados anteriormente. A segunda parte visa, implementar o conceito de visão computacional na Josi.

Segundo John Daugman [6], a visão computacional procura gerar descrições inteligentes e úteis das cenas e sequencias visuais, assim como dos objetos que se encontram nessas cenas e sequencias, por meio de operações feita com os sinais enviados pela câmera. Portanto, a parte mais difícil desse processo é conseguir um significado a partir desses sinais, pois como o mesmo autor escreveu existem duas razões que dificultam extrair significado de sinais:

1. Para que a máquina entenda o mundo é preciso que antes propriedades como profundidade sejam perdidas.
2. Poucas tarefas visuais podem ser executadas com sucesso de maneira puramente orientada por dados. Ex.: O estudo de histogramas de imagens pode ser considerado um sucesso.

Porém, existem algumas formas de se trabalhar com câmeras e os ambientes externos ou internos, dos quais tornam os robôs moveis mais inteligentes: seguir faixa, seguir um objeto de uma determinada cor, detectar objetos etc.

Montagem

Usando a plataforma de prototipação: Arduino. O *software* embarcado, em sua versão inicial, foi carregado na placa microcontrolador **Arduino Mega 2560**, no qual possui 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 portas seriais de *hardware* (UARTs), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset.



Figura 38 - Arduino Mega 2560, Amazon

Diante disso, foi usando dois sensores ultrassônicos: um para o grau de evidência favorável e outro para o grau de evidência desfavorável. O modelo dos sensores ultrassônicos foi o HC-SR04[7], no qual calculará a distância entre o carro-robô e algum obstáculo, resultando em uma ação: direita, ré e direita, esquerda, ré e esquerda, frente, ré etc. Este modelo de ultrassônico cobre uma área de 15 graus, e encontra objetos em até 4 metros, porém os resultados são mais precisos à 3 centímetros.



Figura 39 - Sensor ultrassônico HC-SR04 [7]

Por fim os resultados são expressos usando uma Ponte-H L298N, do qual possui quatro chaves que são acionadas de formas alternadas, ou seja, chave 1 com a chave 3 ou chave 2 com a chave 4. Essas chaves fazem com que o motor DC gire conforme a ação resultada pelo sensor ultrassônico.

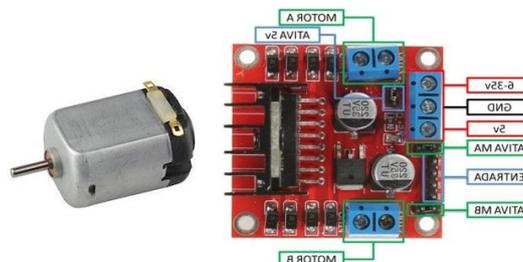


Figura 40 - Motor DC e a Ponte H L298n

Conhecendo um pouco dos componentes usados para desenvolver o carro-robô, temos o projeto já montado:

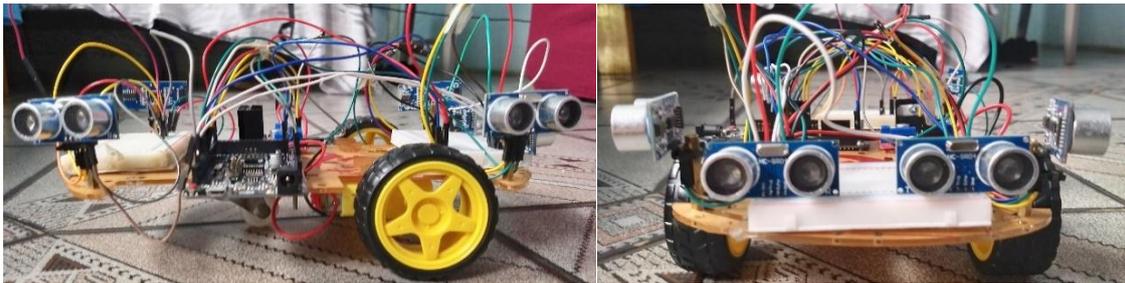


Figura 41 - Vista frontal e lateral do carro-robô, Autor

Como dito anteriormente, cada sensor ultrassônico representa um grau de evidência, o da direita representa o grau de evidência favorável, enquanto o da esquerda o grau de evidência desfavorável. O mesmo conceito foi aplicado nos sensores que se encontram dos lados.

Algoritmo

Os algoritmos testados foram escritos baseados no fluxograma disponibilizado pelo autor do Emmy I [8], a partir dos valores definidos e dos valores de entrada o algoritmo resulta em possíveis cálculos que serão feitos usando os graus de evidência [12]:

***/ Definições dos valores */**

$V_{scc} = C1$ */ Definição do valor superior de controle de certeza */

$V_{icc} = C2$ */ Definição do valor inferior de controle de certeza */

$V_{sci} = C3$ */ Definição do valor superior de controle de contradição */

$V_{ici} = C4$ */ Definição do valor inferior de controle de contradição */

***/ Variáveis de entrada */**

μ_1

μ_2

***/ Variáveis de saída */**

S_1 */ Saída discreta */

S_{2a} */ Saída analógica */

S_{2b} */ Saída discreta */

***/ Expressões Matemáticas */**

Sendo: $0 \leq \mu_1 \leq 1$ e $0 \leq \mu_2 \leq 1$

$G_{ct} = \mu_1 + \mu_2 - 1$

$$G_c = \mu_1 - \mu_2$$

***/ Determinação dos dados Lógicos Extremos */**

Se $G_c \geq C_1$ então $S_1 = V$

Se $G_c \leq C_2$ então $S_1 = F$

Se $G_{ct} \geq C_3$ então $S_1 = T$

Se $G_{ct} \leq C_4$ então $S_1 = \perp$

***/ Determinação dos dados Lógicos Não Extremos */**

Para $0 \leq G_c < C_1$ e $0 \leq G_{ct} < C_3$

se $G_c \geq G_{ct}$ então $S_1 = QV \rightarrow T$

senão $S_1 = T \rightarrow V$

Para $0 \leq G_c < C_1$ e $C_4 < G_{ct} \leq 0$

se $G_c \geq |G_{ct}|$ então $S_1 = QV \rightarrow \perp$

senão $S_1 = \perp \rightarrow V$

Para $C_2 < G_c \leq 0$ e $C_4 < G_{ct} \leq 0$

se $|G_c| \geq |G_{ct}|$ então $S_1 = QF \rightarrow \perp$

senão $S_1 = \perp \rightarrow f$

Para $C_2 < G_c \leq 0$ e $0 \leq G_{ct} < C_3$

se $|G_c| \geq G_{ct}$ então $S_1 = QF \rightarrow T$

senão $S_1 = T \rightarrow F$

$$G_{ct} = S_{2a}$$

$$G_c = S_{2b}$$

***/FIM */**

Entretanto, será buscado trabalhar com este algoritmo para-analisador de duas formas: a primeira, conforme foi ilustrado na figura 4, atribuindo os valores introduzidos nos sensores ultrassônicos aos valores de entrada. Contudo, para isso, os três valores de entrada μ e três valores de entrada λ deverão ser processados em pares. A segunda forma, está relacionada aos valores de controle, em suma, os valores introduzidos nos sensores frontais ainda serão atribuídos às variáveis de entrada, mas os sensores laterais terão os seus valores atribuídos às variáveis de controle superiores e inferiores.

Por outro lado, este algoritmo para-analisador aplicado no conceito de visão computacional, poderá ser implementado usando a técnica de segmentação, do qual permite que seja extraído mais informações da imagem. No artigo “Lógica Paraconsistente no Processamento de Imagens”, de José Luiz Carlos Demario, o referido autor apresenta como as cores e a LPA auxiliaram no processamento de imagens mamografias. A cor verde representa regiões onde a proposição tende a ser verdadeira, vermelha tende a ser falsa, amarela inconsistência e azul paracompleta. Tendo a posição do objeto salva na memória, o robô pode ir até esse objeto desviando em paralelo dos obstáculos que surgirem em sua frente.

Discussões

O que foi apresentado acima são robôs moveis autônomos que detectam obstáculos e desviam dos mesmos, contudo, é discutido esta tecnologia aplicada em veículos. Para este é conhecido as camadas que levam o veículo a ser totalmente autônomo [9]:

- **Nível 0:** A máquina é totalmente dependente do homem;
- **Nível 1:** Uma função foi automatizada, por exemplo: controle eletrônico de estabilidade e freios pré-carregados;
- **Nível 2:** Funções automatizadas que foram combinadas, por exemplos: Centralização de faixa com controle de cruzeiro adaptável (Adaptive Cruise Control), do qual ajusta a velocidade do carro para manter uma distância segura em relação aos outros veículos;
- **Nível 3:** Dirigibilidade autônoma limitada, em outras palavras, ora o motorista dirige, ora a máquina dirige;
- **Nível 4:** Dirigibilidade totalmente autônoma.

Sabendo disso, é conhecido também que veículos autônomos possuem vários componentes que cuidam da centralização da faixa, velocidade, distância dos outros veículos, detecção de placa e pessoas, assim como ele possui sensores ultrassônicos que mantem distancia de muretas e por fim possui o gps para localizar tanto para onde ele está; quanto qual é a melhor rota.

A partir desses detalhes, é tido como premissa o conceito de *Internet of Things*(IoT) [10]. IoT é um termo criado por Kevin Ashton, do qual busca conectar as máquinas com as máquinas, para entendê-la o exemplo dado esboça um dia onde uma

pessoa precisa estar em uma reunião. Hipoteticamente, neste dia o trânsito está lento, então o *smartphone* deverá calcular a rota levando em conta o congestionamento, caso esse fator não seja um problema o *smartphone* apenas mantém o motorista atualizados, do contrário, o *smartphone* envia uma mensagem de texto para o chefe da pessoa, relatando sobre o inevitável atraso.

Nessa pequena estória, a essência está em que o motorista não precisou entrar em pânico para avisar o seu chefe sobre o atraso, muito antes dele se dar conta que chegaria atrasado o *smartphone* já havia avisado o chefe da pessoa. Por outro lado, o desenvolvimento de robôs moveis autônomos usando a LPA podem colaborar, até mesmo baratear, a tecnologia usada em veículos autônomos.

A contribuição dos robôs autônomos Emmy I e Emmy II traz em tona o que ainda é incerto: a segurança. Embora já exista modelos de veículos autônomos, estes já se envolveram em acidentes, deixando a pessoas com um pé atrás. A aplicação LPA implementada nesses robôs resulta em saídas exatas, apesar de ainda ser possível observar problemas. Problemas estes que o primeiro algoritmo do robô Josi buscará solucionar, por outro lado, os resultados mostrados no artigo “Lógica Paraconsistente no Processamento de Imagens” são animadores, pois mostram que com mais estudo é possível chegar à exatidão esperada em algoritmos que possuem o propósito de conseguir um significado em sinais captados [11].

Tanto a visão computacional; quanto a detecção de objetos usando ultrassônicos mesmo que desenvolvidos separados já trazem autonomia para o robô, mas da forma como será implementada em Josi dobrará a autonomia podendo ser considerado um sucesso em ambientes internos. Para ambientes externos, deverá haver mais componentes, pois em rua, avenidas, estradas etc. A atenção deve ser redobrada.

Conclusão

Diante disso, espera-se que até o fim do segundo semestre de 2019 possa ser implementado e testado os dois algoritmos pensados para comportar os seis sensores. Dessa forma, conforme o algoritmo que tiver resultados favoráveis nos testes, este será refinado para que se obtenha a qualidade esperada. Documentada a forma definitiva para suportar múltiplos sensores usando a LPA, será iniciado o desenvolvimento do algoritmo LPA para segmentação de imagens em tempo real, do qual será permitido

desenvolver um sistema que não só identifica o objeto e vai até ele, mas também desvia de obstáculos que surgirem no percurso.

Referências

[1]. DE LIMA, LUIZ A. **Sistema Especialista Aitod Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial** $\epsilon\tau$. Dissertação, UNIP – SP, 2018, 43.

[2]. ABE, J.M. **Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial** $\epsilon\tau$. Monografia, São Paulo – SP, 2009, 37-46.

[3]. DA SILVA FILHO, J.I.; ABE, J.M.; TORRES, C.R. **Robô Móvel Autônomo Emmy: Uma aplicação eficiente da Lógica Paraconsistente Anotada**. Santos - SP: Editora Paralogike, 2006.

[4]. TORRES, C.R.; ABE, J.M. **Sistema Inteligente Paraconsistente para Controle de Robôs Móveis Autônomos**. Taubaté - SP, Rev. ciênc. Exatas, 2005.

[5]. ABE, J.M., **Tópicos de Sistemas Inteligentes Baseados em Lógicas Não Clássicas**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, WICS, 2016.

[6]. DAUGMAN, J. G. **Computer Vision**. Notas de aulas. University of Cambridge, Cambridge – England, abril 2002.

[7]. ELECFREAKS. **Ultrasonic Ranging Module HC - SR04**. Disponível em <<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>> Acesso em: 23 set. 2019.

[8]. DA SILVA FILHO, J.I; ABE, J.M. **Lógica Paraconsistente**. Disponível em <<http://paralogike.com.br/logica-paraconsistente/>> Acesso em: 23 set. 2019.

[9]. MUNICH RE, **Autonomous Vehicles**. Princeton - NJ, Munich Reinsurance America, Inc, 2016.

[10]. MORGAN, Jacob. **A Simple Explanation of 'The Internet of Things'**. Forbes, mai. 2015.

[11]. KRISHNA, Ranjay. **Computer Vision: Foundations and Applications**. Notas de Classe. Standford University, Standford – California, dez. 2017.

[12]. ABE, J. M.; S. AKAMA; K. NAKAMATSU. **Introduction to Annotated Logics - Foundations for Paracomplete and Paraconsistent Reasoning**, Series Title Intelligent Systems Reference Library, Switzerland: Springer International Publishing, 2015.

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE MANUTENÇÃO DE SOFTWARE PARACONSISTENTE

Luiz R. Forçan¹, Jair M. Abe², Luiz A. de Lima³, Angel A. G. Martinez⁴
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção -
Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
luforcan@gmail.com.br; jairabe@uol.com.br, luiz@wcisp.com.br,
aagmartinez@gmail.com

Resumo

Neste artigo, propõe-se um modelo para uma avaliação consistente de métricas de qualidade de manutenção de *software* definidas pelas normas ISO/IEC 25010, ISO/IEC 9126 e a sua versão brasileira NBR 13596. Para tanto, cinco atributos dessas normas foram utilizados: Capacidade de Analisabilidade, Testabilidade, Modificabilidade, Estabilidade e Portabilidade. Um questionário foi formulado com base nesses atributos e submetido a especialistas. Como metodologia, foram aplicados conceitos de Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et , em particular, o algoritmo para-analisador. Como resultado, o estudo apontou que os fatores Analisabilidade e de Testabilidade foram os mais relevantes.

Palavras chaves: Avaliação de métricas, Qualidade de manutenção de *software*, Lógica Paraconsistente Anotada, ISO/IEC 25010, ISO/IEC 9126, NBR 13596.

Abstract

This paper proposes a model for a consistent evaluation of software maintenance quality metrics defined by ISO/IEC 25010, ISO/IEC 9126 and its Brazilian version NBR 13596. Five attributes of these standards were used: Ability to Analyze, Testability, Modifiability, Stability and Portability. A questionnaire was formulated based on these attributes and submitted to experts. As a methodology, we applied Paraconsistent Annotated Logical Evidential Et concepts, in particular, the para-analyzer algorithm. As a result, the study pointed out that the Analyzability and Testability factors were the most relevant.

Keywords: Metrics of Evaluation; Software maintenance quality; Paraconsistent Annotated Evidential Logic Et ; ISO/IEC 9126.

Introdução

A competitividade acirrada no mercado de *software* induz as organizações a melhorarem seus processos de produção de *software* para obter vantagem competitiva. Para obtê-la, a empresa precisa criar e aperfeiçoar métodos em seus processos de desenvolvimento de *software* com objetivo de obter o melhor desempenho.

Um dos modelos utilizados para avaliação da tecnologia da informação é a utilização das normas de qualidade elaboradas e revisadas pela ISO (International Organization for Standardization) e IEC (International Electrotechnical Commission).

Em 2011, a norma ISO/IEC 25010 substituiu a norma ISO/IEC 9126 adicionando às características de segurança e compatibilidade. No Brasil as séries ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) Norma Brasileira NBR 13596 trata da qualidade dos produtos de *software*. No presente artigo propõe-se um modelo de pesquisa para avaliação do grau de influência de determinadas métricas definidas pelas normas ISO/IEC 25010, ISO/IEC 9126 e NBR 13596 [4][13] na manutenção de *software* por meio da aplicação de questionário sobre métrica de qualidade para manutenção de pacotes de *software* definidos pela norma.

Na confecção do questionário optou-se por um intervalo abrangente de respostas em métricas para aferir mais possibilidades no resultado final da avaliação, ao invés de limitar as respostas dos especialistas em desenvolvimento de *software* para um determinado intervalo binário como sim ou não. Na avaliação do resultado da pesquisa utilizou-se a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et.

Os sistemas que utilizam a Lógica Paraconsistente atuam com modos de raciocínio aproximados, além de contemplar a lógica clássica. Os sistemas Paraconsistente possibilitam infinitos valores lógicos intermediários entre 0 e 1 não limitando aos estados lógicos conhecidos como “sim” e “não”, sendo aplicados nas mais diversas áreas de conhecimento.

Para facilitar a elaboração de um processo de avaliação em manutenção de pacotes de *software*, foi criada a norma ISO/IEC 25010 [4] que propõe um modelo a ser seguido na aplicação ao avaliar a qualidade de produtos de *software*, então dividiu-se a qualidade em características e subcaracterísticas. Esta norma propõe atributos de qualidade distribuídos em oito características principais: Adequação funcional, Eficiência de desempenho, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, manutenção e portabilidade, cada uma dividida em subcaracterísticas.

A Manutenção de Software

A manutenção de sistema de *software* é sempre um desafio para a Engenharia de Software. No Brasil, esse processo chama-se Sustentação de *Software*. A manutenção ou sustentação tem forte presença nas atividades diárias de fábricas de *software* que produzem e mantêm *software*. A manutenção é fundamental para a continuidade do *software* na organização onde foi implantado. A manutenção do *software* [8] consiste no processo de mudança de um *software* depois de liberado para uso abrangendo basicamente três tipos de manutenção: correção de defeitos, adaptação ambiental e adição de funcionalidades.

A manutenção pode ser realizada para corrigir erros de codificação, erros de projeto, especificação ou para implantar novos requisitos [8]. Sempre irão ocorrer manutenções em sistemas de *software* [8], pois as necessidades e os requisitos organizacionais se modificam de acordo com o tempo de vida útil do sistema. De acordo com as pesquisas realizadas [8] as empresas gastam aproximadamente dois terços do orçamento com manutenção e um terço para as demais fases do projeto e que existe um esforço maior na implementação de novos requisitos do que na correção de defeitos.

Segundo [7] o ciclo de vida de um *software* designa todas as etapas do seu desenvolvimento por meio das seguintes fases: levantamento, análise de projeto, codificação, teste, implementação, operação e manutenção. Depois que o *software* está em uso pode-se utilizar informações sobre o processo de manutenção para gerar métricas de manutenibilidade aos modelos gerados por meio da elaboração de um ranking das métricas avaliadas pelos próprios especialistas da fábrica de *software*. Por meio das métricas conseguimos medir o nível de qualidade do *software*, permitindo ajustar o processo de *software* para obter vantagem competitiva nas empresas modernas [5]. Esse modelo possibilita usar-se como guia na construção ou atualização dos artefatos de *software* possibilitando melhorar o processo de desenvolvimento com objetivo de reduzir o esforço com manutenção de *software*.

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et

A lógica clássica ou Lógica Aristotélica possui dois valores extremos: falso ou verdadeiro. O conhecimento tecnológico atual sustenta-se pelos princípios da lógica

clássica. Para as proposições lógicas normalmente atribui-se a qualidade de falsa ou verdadeira, associando-lhe um valor-verdade “falso” (F ou 0) ou “verdadeiro” (V ou 1) [1][9]. Quando se trata de estudar comportamentos e tendências raramente se consegue fazer uma predição com dados tão extremos a ponto de gerar uma Verdade ou Falsidade [3]. Para lidar com inconsistências foi desenvolvida a Lógica Paraconsistente Anotada, enquanto sistemas baseados na lógica Clássica, tratam inconsistências eliminando-as, a LPA procura dar o tratamento adequado de situações como as indefinições e as inconsistências que não podem ser tratadas diretamente pela Lógica Clássica [10].

A Lógica Paraconsistente Anotada parte do princípio de que é possível estabelecer graus de evidência favorável e evidência contrária contidos em um intervalo de 0 até 1 [1]. Assim, é possível estabelecer várias interpretações como possíveis resultados. Quando consulta a opinião de um especialista em determinado conhecimento, a opinião deste especialista varia de 0% até 100%. 0% corresponde ao valor 0,0 e 100% corresponde ao valor 1,0 fechando o intervalo de 0 até 1. O símbolo da evidência favorável geralmente utiliza-se “ μ ”, assim como a evidência contrária pode ser representada por “ λ ”.

Dado uma proposição “p” para uma anotação (μ, λ) significa que a evidência favorável em p é “ μ ”, enquanto a evidência contrária é “ λ ”. A fórmula da Lógica Paraconsistente Anotada possui as proposições de evidência favorável μ_1 e evidência contrária λ_2 , formando o par $(\mu_1; \lambda_2)$ onde μ_1 e λ_2 pertencem ao intervalo $[0;1]$, que representam o grau de evidência favorável e evidência contrária formando o quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC), conforme segue:

- $(0;0)$: falta total de evidência favorável e de evidência contrária (Indeterminado);
- $(1;1)$: evidência favorável e evidência contrária total (Inconsistente);
- $(1;0)$: evidência favorável total com ausência total de evidência contrária (verdade);
- $(0;1)$: ausência total de evidência favorável com evidência contrária total (falso).

No quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC) existem duas regiões principais: de verdade e de falsidade. Caso o resultado da análise das métricas leve a um determinado ponto da região de verdade, considera-se que o resultado da análise sugere

a viabilidade da métrica ou se o ponto for de uma região de falsidade, pela inviabilidade. Para tanto, utiliza-se o algoritmo para-analisador.

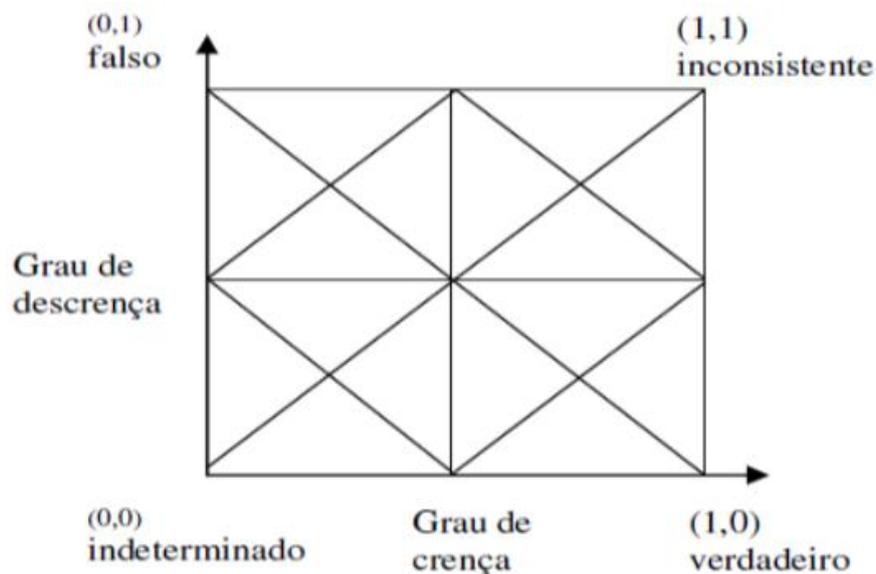


Figura 42 - Quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC) [2]

Seleção das Propostas de Avaliação da Investigação de Acordo com o Padrão ISO/IEC 9126

Optou-se pela pesquisa de avaliação junto aos especialistas com estudo de proposições, realizada dentro de uma fábrica de *software*, visa obter dos analistas de sistemas suas opiniões, de acordo com a sua evidência favorável ou evidência contrária, qual o grau de influência em relação a cada métrica definidas na norma ISO/IEC 9126 na manutenção de *software* obtendo-se assim o grau de certeza ou grau de contradição, conforme quadro abaixo:

Tabela 11 - Adaptado de parte do escopo da norma ISO/IEC 9126 sobre manutenção de *software* [6]

Características	Subcaracterísticas	Métricas
Manutenibilidade: Há facilidade para correções, atualizações e alterações?	Analisibilidade	É fácil encontrar uma falha quando ocorre?
	Testabilidade	É fácil validar o <i>software</i> modificado?
	Modificabilidade	É fácil modificar e remover defeitos?
	Estabilidade	Há grandes riscos de bugs quando se faz alterações?
	Portabilidade	É fácil adaptar a outros ambientes sem aplicar outras

ações ou meios além dos fornecidos para esta finalidade no *software* considerado?

Com base nas métricas apontadas na tabela 1, adaptou-se as seguintes questões disponibilizadas aos especialistas como questionário:

Tabela 12 - Questionário

Das métricas apontadas abaixo indique de acordo com a sua evidência favorável qual o nível de influência na qualidade da manutenção de *software*.

Fator	Questão aplicada
F01	Quando o <i>software</i> com que você trabalha apresenta falhas frequentemente, o comprometimento de sua qualidade é:
F02	Na ocorrência de falhas, o sistema permite facilmente encontrar qual é a falha e em que módulo a falha ocorreu.
F03	O sistema facilita identificar, modificar, adaptar e remover defeitos rapidamente.
F04	Ao se fazer uma alteração ou melhoria o sistema apresenta grandes riscos de bugs e defeitos em outros módulos do sistema.
F05	O sistema apresenta facilidade de adaptação a outros ambientes sem aplicar outras ações ou meios além dos fornecidos para esta finalidade no <i>software</i> considerado.

Fixação de fatores para a faixa Manutenção

Foram definidas, conforme sugere a norma ISO25010, os valores ou respostas. Para cada resposta foram atribuídas as seguintes notas e intervalo:

Tabela 13 - Fatores

Item	Resposta em razão da evidência favorável	Nota atribuída	Intervalo
1	Certeza da influência	10,00	1,00
2	Altamente provável	8,50	0,85
3	Provável	6,00	0,60
4	Pouco provável	4,50	0,45
5	Improvável	3,00	0,30
6	Altamente improváveis	1,50	0,15
7	Certeza da não influência	0,00	0,00

Escolha dos Especialistas

Para elaboração desta pesquisa seleciona-se determinados grupos de profissionais especialistas que poderão colaborar com sua experiência, conhecimentos técnicos e bastante vivência na área de desenvolvimento de *software*. O objetivo de cada grupo de especialista é avaliar os fatores determinantes para avaliação da qualidade da

manutenção do *software* desenvolvido. Define-se estes especialistas em 3 grupos de acordo com o seu cargo com 3 entrevistados em cada grupo, conforme segue:

Tabela 14 - Grupos

Grupo	Cargo	Quantidade Entrevistados
A	Arquitetos de <i>Software</i>	3
B	Analistas de Sistema Sênior	3
C	Analistas de Sistema Pleno	3

A Lógica Paraconsistente Anotada lida com inconsistências em vez de eliminá-las [2]. Por meio da Lógica Paraconsistente Anotada são estabelecidos graus de certeza e contradição contidos intervalo de 0 até 1 possibilitando analisar várias interpretações de resposta em vez de um sim ou não.

Para este trabalho utiliza-se a seguinte regra amálgama da Lógica Paraconsistente Anotada [11] [12]: Para obter a evidência favorável do primeiro especialista sobre determinada pergunta, μ_{11} = Evidência favorável, será considerada a resposta daquele especialista. Para obter a evidência contrária sobre determinada pergunta, λ_{21} = Evidência Contrária, do primeiro especialista, será realizado o seguinte cálculo: Um menos a resposta do segundo especialista sobre a mesma pergunta. Então por exemplo sobre a primeira pergunta: Quando o *software* com que você trabalha apresenta falhas frequentemente, o comprometimento de sua qualidade é:

Resposta do primeiro especialista: Pouco provável, μ_{11} equivale a 0,45.

Resposta do segundo especialista: Altamente provável, μ_{12} equivale a 0,85.

Exemplo de cálculo da evidência favorável e contrária para o primeiro especialista sobre a questão número 1.

μ_{11} = Evidência favorável = 0,45.

λ_{21} = Evidência Contrária = $1 - \mu_{12}$ ou $1 - 0,85 = 0,15$.

Formando o par $(\mu_1; \lambda_2)$ ou (0,45;0,15)

Escolha do Nível de Exigência para o Método Paraconsistente de decisão

Para este estudo parametriza-se como nível de exigência o valor de 0,50, pois definiu-se com ensaio afim de averiguar com cada especialista se a pergunta influencia a qualidade no desenvolvimento de *software*. Quanto maior for o valor obtido no módulo do grau de certeza, conforme visto na tabela 6, coluna H, que define as regiões de decisão, mais exigente se torna a decisão. Exatamente por isso, o módulo do grau de certeza, conforme visto na tabela 6, coluna H, que define as regiões de decisão foi chamado de nível de exigência (NE). A pergunta será considerada viável para avaliação da qualidade de *software* quando (Tabela 6, coluna $H \geq 0,50$). Será considerada inviável quando

(Tabela 6, coluna $H \leq -0,50$). Quando $(-0,50 < \text{Tabela 6, coluna } H < 0,50)$ então a pergunta será não conclusiva e será necessário reanalisar a pergunta ou proposição feita quando necessário.

Interpretação dos Resultados

Com o resultado da pesquisa, ao se conhecer qual métrica influência na manutenção de *software*, permite-se a fábrica de *software* ajustar o processo de desenvolvimento de *software* para obter vantagem competitiva frente aos seus concorrentes, mitigando problemas, reduzindo o tempo e o investimento gasto com a manutenção de *software*.

Após a aplicação do algoritmo para analisador cada resposta vai receber um diagnóstico conforme segue:

Viável – O item em questão tem forte tendência para avaliar a qualidade da manutenção de *software*.

Inviável – O item em questão tem baixa tendência para avaliação da manutenção.

Não conclusivo – Poderá ser submetido a novas avaliações.

A análise foi realizada por meio da lógica paraconsistente, elaborada sobre as respostas dos especialistas sobre os 5 fatores. Os graus de evidência favorável e evidência contrária de cada especialista foram obtidos conforme quadro abaixo:

Fator	Grupo A				Grupo B				Grupo C									
	Espec 1		Espec 2		Espec 3		Espec 4		Espec 5		Espec 6		Espec 7		Espec 8		Espec 9	
	$a_{ij,1}$	$b_{ij,1}$	$a_{ij,2}$	$b_{ij,2}$	$a_{ij,3}$	$b_{ij,3}$	$a_{ij,4}$	$b_{ij,4}$	$a_{ij,5}$	$b_{ij,5}$	$a_{ij,6}$	$b_{ij,6}$	$a_{ij,7}$	$b_{ij,7}$	$a_{ij,8}$	$b_{ij,8}$	$a_{ij,9}$	$b_{ij,9}$
F01	0,85	0,40	0,60	0,55	0,45	0,15	0,85	0,40	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	0,15	0,85	0,00	1,00	0,15
F02	0,60	0,15	0,85	0,70	0,30	0,40	0,60	0,00	1,00	0,40	0,60	0,15	0,85	0,15	0,85	0,40	0,60	0,40
F03	0,60	0,40	0,60	0,70	0,30	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,40
F04	0,45	0,85	0,15	0,00	1,00	0,40	0,60	0,15	0,85	0,85	0,15	0,55	0,45	0,55	0,45	0,85	0,15	0,55
F05	0,45	0,55	0,45	0,00	1,00	0,85	0,15	0,55	0,45	0,40	0,60	0,40	0,60	0,15	0,85	0,40	0,60	0,55

Figura 43 - Tabela de Resultados Parciais

Conforme a Figura 3, teve-se como resultado desta pesquisa, de acordo com a análise das respostas dos especialistas, os fatores F01 e F02 respectivamente Analisabilidade e Testabilidade, na coluna fator, resultaram viáveis, estes fatores pertencem consecutivamente as métricas de Analisabilidade e Testabilidade e pela pesquisa são as que mais causam influência na qualidade da manutenção.

Fator	Espec 1		Espec 2		Espec 3		Espec 4		Espec 5		Espec 6		Espec 7		Espec 8		Espec 9		A		B		C		Graus resultante		Nível de Exigência		Conclusões		
	a ₁ b ₁		a ₂ b ₂		a ₃ b ₃		a ₄ b ₄		a ₅ b ₅		a ₆ b ₆		a ₇ b ₇		a ₈ b ₈		a ₉ b ₉		a ₁₀ b ₁₀		a ₁₁ b ₁₁		a ₁₂ b ₁₂		H G						
	a ₁	b ₁	a ₂	b ₂	a ₃	b ₃	a ₄	b ₄	a ₅	b ₅	a ₆	b ₆	a ₇	b ₇	a ₈	b ₈	a ₉	b ₉	a ₁₀	b ₁₀	a ₁₁	b ₁₁	a ₁₂	b ₁₂	a ₁₃	b ₁₃	a ₁₄	b ₁₄			
F01	0,85	0,40	0,60	0,55	0,45	0,15	0,85	0,40	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	0,15	0,85	0,00	1,00	0,15	0,85	0,15	1,00	0,00	1,00	0,00	0,85	0,15	0,70	0,00	VIÁVEL		
F02	0,60	0,15	0,85	0,70	0,30	0,40	0,60	0,00	1,00	0,40	0,60	0,15	0,85	0,15	0,85	0,40	0,60	0,40	0,85	0,15	1,00	0,00	0,85	0,15	0,85	0,15	0,70	0,00	VIÁVEL		
F03	0,60	0,40	0,60	0,70	0,30	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,40	0,60	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,85	0,15	0,60	0,15	0,45	-0,25	NÃO CONCLUSIVO
F04	0,45	0,85	0,15	0,00	1,00	0,40	0,60	0,15	0,85	0,85	0,15	0,55	0,45	0,55	0,45	0,85	0,15	0,55	1,00	0,00	0,85	0,15	0,45	0,55	0,45	0,55	-0,10	0,00	NÃO CONCLUSIVO		
F05	0,45	0,55	0,45	0,00	1,00	0,85	0,15	0,55	0,45	0,40	0,60	0,40	0,60	0,15	0,85	0,40	0,60	0,55	1,00	0,00	0,60	0,40	0,85	0,15	0,60	0,40	0,20	0,00	NÃO CONCLUSIVO		

Figura 44 - Tabela de Resultados

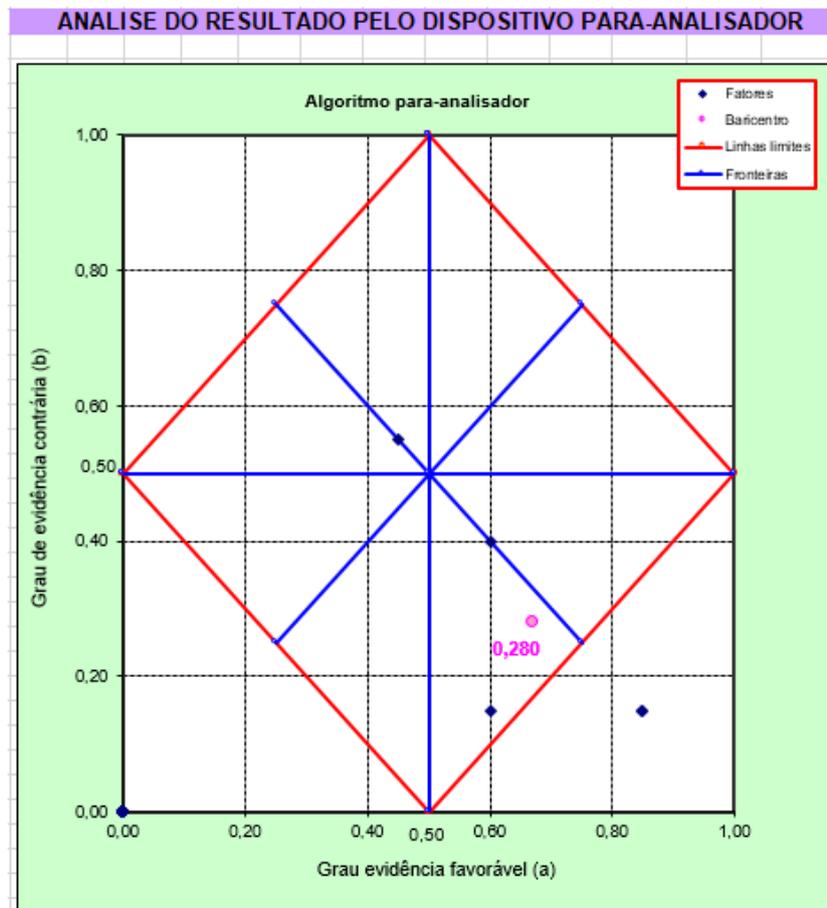


Figura 45 - Análise

Analisando os graus de evidência favorável (a) e evidência contrária (b) obtém-se os resultados da aplicação dos operadores Max e Min para os fatores F01, F02, F03, F04 e F05 conforme a Figura 3.

Analisando os dados plotados no gráfico da Figura 4, tem-se as informações que podem auxiliar na análise das respostas obtidas no questionário. Os valores de evidência favorável e evidência contrária da variável global, nos ajudam a interpretar quais proposições são melhores para analisar a qualidade da manutenção de *software*.

Verifica-se no gráfico que as proposições F01 e F02, respectivamente Analisabilidade e Testabilidade, estão na região de verdade, concluindo-se são viáveis para analisar a qualidade da manutenção de *software*. As proposições F03 e F05, respectivamente Modificabilidade e Portabilidade, pertencem a região de quase verdade tendendo ao paracompleto, resultando em uma análise não conclusiva, para estas

proposições não conclui nem pela viabilidade e nem pela inviabilidade de sua utilização necessitando de novos estudos para sua aplicabilidade. O fator F04, Estabilidade, ficou na região quase falso tendendo ao inconsistente resultando em uma análise não conclusiva também.

Pode-se também utilizar a aplicação da regra de decisão, por meio do cálculo do grau de certeza da variável global (Figura 5, coluna H_w = Figura 5, coluna a_w - Figura 5, coluna b_w) onde aplica-se a regra de decisão conforme segue:

1. Se Figura 5, coluna $H \geq$ Nível de Exigência, a proposição é viável.;
2. se Figura 5, coluna $H \leq -$ Nível de Exigência, a proposição é inviável); e
3. se Nível de Exigência < Figura 5, coluna H_w < Nível de Exigência, a proposição é não conclusiva.

Conforme a tabela abaixo o grau de certeza da variável global (Figura 5 H_w), nos mostra que somente as proposições F01 (Figura 5, coluna $H = 0,7$) e F02 (Figura 5, coluna $H = 0,7$), respectivamente Analisibilidade e Testabilidade, são viáveis e as demais não conclusivas o que significa que para estas últimas necessita-se que novos estudos sejam realizados se a indecisão.

Fator	Seção	Graus Resultantes		Nível de Exigência		0,5
		MIN(A, B, C)		Conclusões		
		$a_{1,r}$	$b_{1,r}$	H	G	Decisão
F01	S1	0,85	0,15	0,70	0,00	VIÁVEL
F02	S1	0,85	0,15	0,70	0,00	VIÁVEL
F03	S1	0,60	0,15	0,45	-0,25	Não Conclusivo
F04	S1	0,45	0,55	-0,10	0,00	Não Conclusivo
F05	S1	0,60	0,40	0,20	0,00	Não Conclusivo
Variável global (H_n)		0,67	0,28	0,39	-0,05	Não Conclusivo

Figura 46 - Tabela de Graus Resultantes

Conclusões

Conclui-se que dos cinco fatores apresentados para os especialistas, estes elegeram somente os fatores Analisibilidade e Testabilidade como fatores viáveis para analisar a qualidade na manutenção de *software*. Identificou as métricas ou proposições que mais afetam a qualidade da manutenção, no caso deste estudo os fatores F01 e F02, respectivamente Analisibilidade e Testabilidade, permitindo aos especialistas ponderar sobre os defeitos da aplicação desenvolvida atualmente e quais as melhorias que poderão ser realizadas no futuro para mitigar o problema de manutenção tendo como

foco estes dois fatores. O presente artigo fez a validação das questões sobre a qualidade elaborada com cinco proposições. Interpretou-se por meio da LPA por meio da posição da variável global no QUPC, quadrado unitário do plano cartesiano. A variável global indica o grau de evidência favorável e de evidência contrária dos dados informados pelas opiniões dos especialistas, no caso a variável global se situa em (0.67; 0.28) o que constitui um estado “Quase-verdadeiro tendendo ao Paracompleto” [2]. Apesar dos fatores F01 e F02, respectivamente Analisibilidade e Testabilidade, terem apresentado viabilidade, o presente estudo mostrou-se, conforme indicado pela variável global a necessidade de propor um novo questionário com a certeza de incluir os fatores F01 e F02, respectivamente Analisibilidade e Testabilidade, e refazer os fatores F03, F04 e F05, respectivamente Modificabilidade, Estabilidade e Portabilidade para reapresentar aos especialistas.

Referências

- [1]. ABE, J. M.; DA SILVA FILHO, J. I.; CELESTINO, U.; CORRÊA, de A. H. **Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et**. Santos: Editora Comunicar, 2011.
- [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. **Fundamentos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes destacando aplicações em Neurocomputação**. São Paulo, Arte & Ciência, p.298, 2001.
- [4]. **ISO25010**. System and *Software* Engineering - Systems and *software* Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) — System and *software* quality models. ISO/IEC - International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission, Switzerland, 1 edition, 2011
- [5]. LYU, M. **Software Reliability Engineering: A Roadmap**, Proceedings ICSE – International Conference on Software Engineering, 2007
- [6]. MONTINI, Denis Ávila. **Modelo de Indicadores e risco para o orçamento de componentes de software para célula de manufatura** / Denis Ávila Montini. Dissertação de Mestrado Universidade Paulista, 2005.

- [7]. PRESSMAN Roger S. **Software engineering: a practitioner's approach** - New York, NY, EUA: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2011. - Vol. 7th Edition ISBN 0073375977 /9780073375977 ©.
- [8]. SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 6th edition, Pearson Addison Wesley, 2003.
- [9]. CARVALHO, Fabio Romeu; ABE, Jair M. **Tomadas de Decisão com Ferramentas da Lógica Paraconsistente Anotada**, Editora Edgard Blucher Ltda., 2011.
- [9]. CARVALHO, Fábio Romeu de, ABE, Jair Minoro. **A Paraconsistent Decision-Making Method**. Editora Springer. 2018. ISBN 3030089193.
- [10]. ABE, Jair Minoro. **Aspectos de lógica e teoria da ciência**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2011.
- [11]. SUBRAHMANIAN, V. S. **Amalgamating Knowledge Bases**. ACM Transactions on Database Systems, Vol. 19, No. 2, June 1994.
- [12]. ADALI, Sivel; SUBRAHMANIAN, V. S. **Amalgamating knowledge Bases, II: Algorithms, Data Structures and Query Processing**. Department of Computer Science. Institute for Advanced Computer Studies E Institute for Systems Research. University of Maryland. Colleg Park, Maryland 20742. {sivel,vs}@cs.umd.edu
- [13] **ISO/IEC 9126**. International Standard. Information Technology. Software Product Evaluation. Quality characteristics and guidelines for their use. Geneve, 1991.

REDE NEURAL ARTIFICIAL HÍBRIDA – REDE PARA-NEURAL: IMPLEMENTAÇÃO DA LÓGICA PARACONSISTENTE EM NEURÔNIOS ARTIFICIAIS

¹Mauricio Conceição Mario, ²João Inácio da Silva Filho, ³Jair Minoro Abe
^{1,2}Núcleo de Pesquisa em Eletrônica – NPE - Universidade Santa Cecília - Laboratório de Lógica Paraconsistente Aplicada - LaboLPA, Santos, Brasil
³Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção - Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
cmario@unisanta.br, inacio@unisanta.br, jairabe@uol.com.br

Resumo

Este trabalho descreve o estudo do uso em conjunto das propriedades da Lógica Paraconsistente de Anotação de 2 valores (LPA2v), por meio das Células Neurais Artificiais Paraconsistentes e das Redes Neurais Artificiais (RNAs). É utilizada uma RNA com um neurônio de entrada e de saída, e duas camadas intermediárias com dois neurônios cada, onde estes se interligam por meio de sinapses. Há retro propagação da saída para a entrada da rede, assim como do algoritmo utilizado para atualização dos pesos das sinapses dos neurônios. Os neurônios implementam por meio de suas funções de ativação o algoritmo de uma Célula Neural Paraconsistente de Conexão Analítica (CNAPCa) e no sentido do retro propagação, os neurônios implementam o algoritmo de uma Célula Neural Artificial Paraconsistente de Aprendizagem (CNAPa). A rede com estas características é chamada neste trabalho de Rede Neural Artificial Híbrida – Rede Para-Neural. Para atestar a viabilidade do uso conjunto dos conceitos das RNAs e da LPA2v, a Rede Para-Neural foi utilizada com a funcionalidade de aproximação funcional de uma função matemática. Os resultados obtidos são similares aos de uma RNA que utiliza algoritmo *Backpropagation*. Como fatores relevantes observados neste trabalho, o uso conjunto das propriedades da LPA2v e das RNAs permite que uma RNA possa atualizar os pesos de suas sinapses em função de minimização de dados inconsistentes que são admitidos pela LPA2v. Outra perspectiva a ser observada neste estudo é a possibilidade real de um sistema paraconsistente adquirir aprendizado, por meio das conexões sinápticas.

Palavras-chave: Lógica Paraconsistente, Redes Neurais Artificiais, Células Neurais Artificiais Paraconsistentes, Rede Para-Neural.

Abstract

This paper describes the study of the joint use of the properties of the Paraconsistent 2-value Annotation Logic (LPA2v), through Paraconsistent Artificial Neural Cells, and Artificial Neural Networks (RNAs). An RNA with an inlet and output neuron is used, and two intermediate layers with two neurons each, where they interconnect through synapses. There is retro propagation of the output to the input of the network, as well as the algorithm used to update the weights of the synapses of neurons. Neurons implement through their activation functions the algorithm of a Paraconsistent Analytical Connection Neural Cell (CNAPCa), and in the sense of retro propagation, neurons implement the algorithm of a Paraconsistent Artificial Neural Cell of Learning (CNAPa). The network with these characteristics is called in this work of Hybrid Artificial Neural Network – Paraneural Network. To attest to the feasibility of the joint use of the concepts of the RNAs and LPA2v, the Paraneural Network was used with the functional approximation functionality of a mathematical function. The results obtained are similar to those of an RNA that uses backpropagation algorithm. As relevant factors observed in this study, the joint use of lpa2v properties and RNAs allows an RNA to update the weights of its synapses as a function of minimizing inconsistent data that are admitted by LPA2v. Another perspective to be observed in this study is the real possibility of a system for consistent acquiring learning, through synaptic connections.

Keywords: Paraconsistent Logic, Artificial Neural Networks, Paraconsistent Artificial Neural Cells, Paraneural Network.

Introdução

As Células Neurais Artificiais Paraconsistentes foram descritas por Da Silva Filho, Abe e Lambert Torres [1][2] como uma família de oito células componentes em funções distintas, e que quando interconectadas, podem formar as Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes, sistemas que são capazes de analisar e tratar sinais que representem informações, e que podem, portanto, processar conhecimento dentro de um determinado contexto. Neste trabalho serão utilizadas a Célula Neural Artificial de aprendizagem e a Célula Neural Artificial de Conexão analítica, descritas a seguir.

Célula Neural Artificial Paraconsistente de aprendizagem

Conforme demonstrado nos estudos realizados por Da Silva Filho e Abe [1], uma Célula Neural Artificial Paraconsistente de aprendizagem (CNAPa) pode aprender qualquer valor real no intervalo fechado $[0, 1]$ aplicado em sua entrada, chamada de $\mu_{1r}(k)$. O valor a ser “aprendido” é chamado de padrão μ_{1r} , e é aplicado na entrada da célula. A entrada complementada C é realimentada pela saída da célula. O valor inicial para a entrada complementada é 0.5, o que equivale na LPA2v a um valor indefinido, portanto este será o valor usado na inicialização da célula de aprendizagem.

No processo de aprendizagem é introduzido um fator de aprendizagem (Fa), que é ajustado externamente, e que influencia na rapidez do processo de aprendizagem. Quando $Fa = 1.0$, a aprendizagem é otimizada [1]. A equação de aprendizagem (1) é definida como:

Equação da célula de aprendizagem: aprendizagem (μ, λ)

$$\begin{aligned} \mu_{1r} &\leftarrow \mu; \\ \mu_{1r}(k+1) &= [(\mu_{1r}(k) - (1 - \lambda) \times Fa) + 1] / 2; \end{aligned} \tag{1}$$

Estudos realizados em [4] demonstraram que o processo de aprendizagem necessita ser repetido ao menos 15 vezes ($k = 15$) para que a aprendizagem tenha um máximo nível de otimização, utilizando $Fa = 1$. Considera-se que o processo de aprendizado foi completado quando $\mu_{1r}(k+1) = \mu_{1r}(k)$. A Figura 1 mostra a representação simbólica da célula:

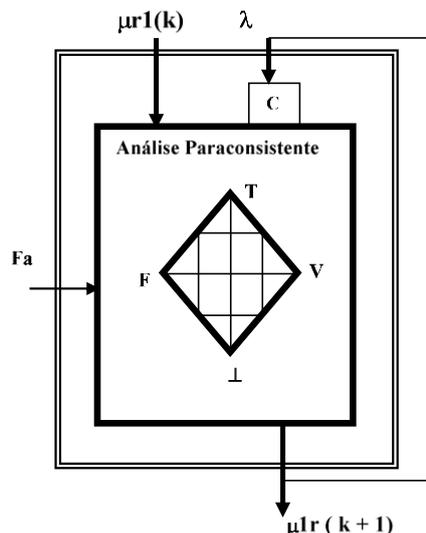


Figura 47 - Célula Neural Artificial Paraconsistente de aprendizagem

Célula Neural Artificial Paraconsistente de Conexão analítica

A Célula Neural Artificial Paraconsistente de Conexão analítica (CNAPCa) tem a função de fazer a interligação entre as células de uma Rede Neural Artificial Paraconsistente, associando graus de evidência conforme os objetivos da análise. A célula de conexão é o elo de ligação que permite diferentes regiões de uma Rede Neural Artificial Paraconsistente efetuar o processamento de sinais de forma distribuída por meio de inúmeras conexões paralelas [1]. A Figura 2 mostra a representação simbólica de uma CNAPCa:

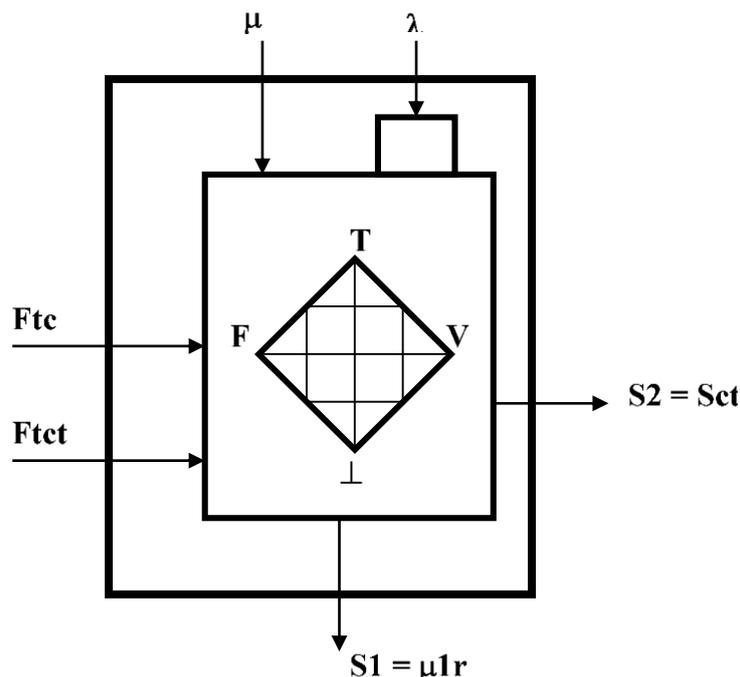


Figura 2 - Célula Neural Artificial Paraconsistente de Conexão analítica

A seguir, o algoritmo 1 descreve a funcionalidade da CNAPCa:

Algoritmo 1- início:

$F_{tc} = C_1$ - Fator de tolerância à certeza: $0 \leq C_1 \leq 1$;

$F_{tct} = C_2$ – Fator de tolerância à contradição: $0 \leq C_2 \leq 1$.

μ = Grau de evidência favorável de entrada: $0 \leq \mu \leq 1$.

λ = Grau de evidência contrária de entrada: $0 \leq \lambda \leq 1$.

analítica (μ, λ)

São calculados:

$$\lambda_c = 1 - \lambda: \text{complemento do grau de evidência contrária} \tag{2}$$

$$|G_{ct}| = |\mu + \lambda_c - 1|: \text{valor do grau de contradição} \tag{3}$$

$$|G_{ce}| = |\mu - \lambda_C|: \text{valor do grau de certeza} \quad (4)$$

$$V_{icc} = (1 - C_1) / 2: \text{valor do limite inferior de certeza} \quad (5)$$

$$V_{scc} = (1 + C_1) / 2: \text{valor do limite superior de certeza} \quad (6)$$

$$\mu_{1r} = (\mu - \lambda_C + 1) / 2: \text{valor do grau de crença resultante} \quad (7)$$

Saídas:

$$\text{Se } V_{icc} \leq \mu_{1r} \leq V_{scc} : S_1 = \mu_{1r} \text{ e } S_2 = 0;$$

$$\text{Se } |G_{ct}| \geq C_2 \text{ e } |G_{ct}| \geq |G_{ce}| : S_1 = 1/2 \text{ e } S_2 = |G_{ct}|;$$

$$\text{Senão: } S_1 = 1/2 \text{ e } S_2 = 0;$$

Algoritmo 1 - fim:

Redes Neurais Artificiais

Uma rede neural artificial, vista como uma máquina adaptativa, pode ser definida como um processador paralelamente distribuído, constituído de unidades de processamento simples, que têm a propensão natural para armazenar conhecimento experimental e torná-lo disponível para uso [3].

O aprendizado e a generalização também constituem características importantes das RNAs. O aprendizado está normalmente associado à capacidade de as mesmas adaptarem os seus parâmetros como consequência da sua interação com o meio externo. O processo de aprendizado é interativo e por meio dele a RNA deve melhorar o seu desempenho gradativamente à medida que interage com o meio externo. O critério de desempenho que determina a qualidade do modelo neural e o ponto de parada de treinamento são preestabelecidos pelos parâmetros de treinamento. A generalização de uma RNA está associada à sua capacidade de dar respostas coerentes para dados não apresentados a ela previamente durante o treinamento. Esta característica foi considerada, durante algum tempo, como sendo inerente e resultante do processo de treinamento. Espera-se que uma RNA treinada tenha uma boa capacidade de generalização independentemente de ter sido controlada durante o treinamento. No entanto, atualmente os fatores que afetam a generalização são mais conhecidos e boa parte das pesquisas atuais, na área, visam ao desenvolvimento de modelos e técnicas de aprendizado que tenham algum controle de generalização. O conceito atual é que aprendizado e generalização andam juntos em vez de que a generalização surge naturalmente como consequência do aprendizado [6].

O esboço de um neurônio biológico é mostrado na Figura 3 e, comparativamente, o modelo não linear de um neurônio artificial é mostrado na Figura 4.

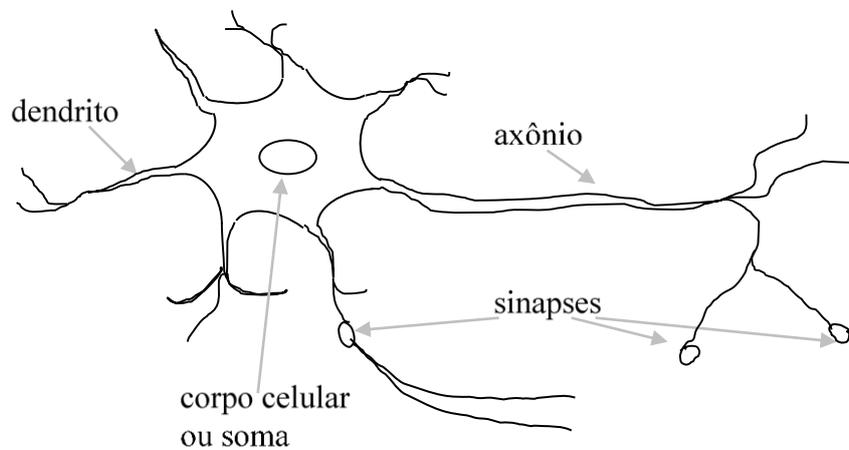


Figura 3 - Esquemático simplificado de partes de uma célula nervosa ou neurônio

Um neurônio faz conexões com 10 a 100000 outros neurônios, em junções chamadas sinapses. Os sinais se propagam de um neurônio para outro por meio de uma reação eletroquímica. Os sinais controlam a atividade cerebral em curto prazo, e também permitem mudanças a longo prazo na posição e na conectividade dos neurônios. Acredita-se que esses mecanismos formem a base para o aprendizado no cérebro [7].

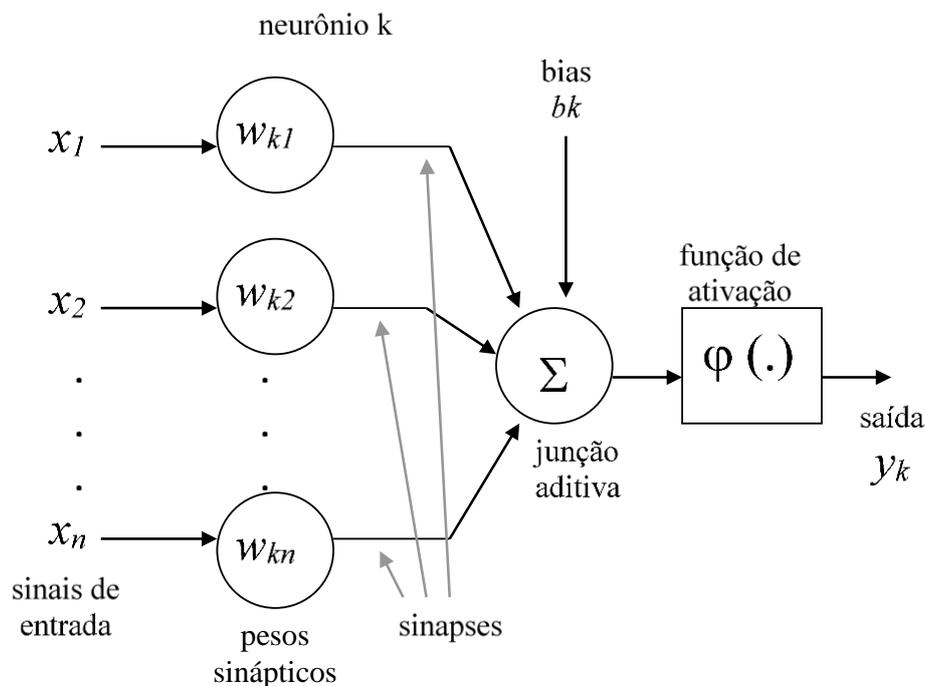


Figura 4 - Modelo de um neurônio artificial típico

O modelo típico de neurônio artificial apresentado na Figura 4, forma a base para o desenvolvimento de Redes Neurais Artificiais. O modelo é formado por um conjunto

de sinapses, afetadas por um peso. Um sinal x_j aplicado na entrada da sinapse j conectada ao neurônio k é multiplicada pelo peso sináptico w_{kj} , onde o primeiro índice (k) se refere ao neurônio em questão e o segundo (j) se refere ao terminal de entrada da sinapse, a qual o peso se refere. O peso sináptico de um neurônio artificial pode estar em um intervalo que inclui valores positivos e negativos.

A junção aditiva soma os sinais de entrada, ponderados pelas respectivas sinapses do neurônio artificial. A função de ativação limita a amplitude da saída de um neurônio. O intervalo normalizado da amplitude de saída de um neurônio está entre $[0, 1]$ ou $[-1, 1]$. O *bias* ou ajuste aplicado externamente produz o efeito de aumentar ou diminuir a entrada da função de ativação [3].

Materiais e Métodos

A seguir é mostrado a representação de um Neurônio Para-Neural, a arquitetura de Rede Para-Neural para demonstração dos conceitos, e o algoritmo utilizado para atestar sua funcionalidade.

Neurônio Para-Neural

A Figura 5 mostra o símbolo de um neurônio Para-Neural, que implementará algoritmos ou equações da LPA2v e das RNAs.

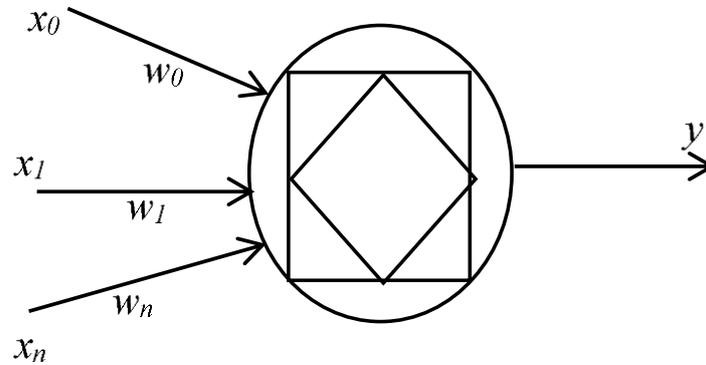


Figura 5 - Símbolo de um Neurônio Para-Neural

Proposta de uma Arquitetura de Rede Neural Artificial Híbrida Para-Neural

A arquitetura da Rede Neural Artificial Híbrida Para-Neural proposta é composta por um neurônio na entrada e saída, e duas camadas intermediárias, ou ocultas de dois neurônios cada. A Rede Para-Neural proposta neste trabalho é composta da interconexão, por meio das sinapses v_i , w_{ij} e u_i . A Figura 6 mostra a arquitetura da Rede Artificial Para-Neural que será utilizada para demonstrar os o emprego dos conceitos da Lógica Paraconsistente e das RNAs.

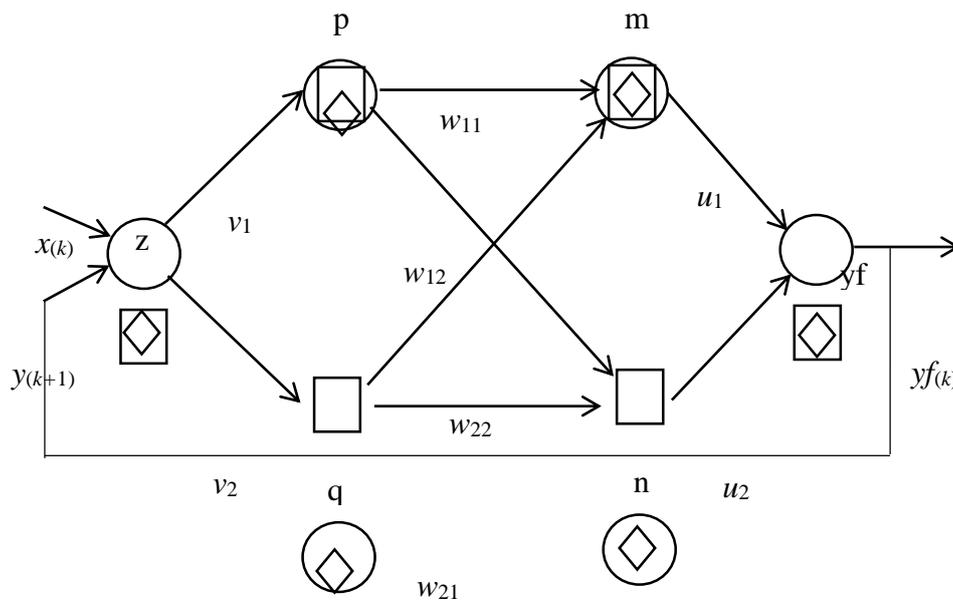


Figura 6 - Rede Neural Artificial Híbrida Para-Neural

Algoritmo utilizado na Rede Neural Artificial Híbrida Para-Neural

Na arquitetura mostrada na Figura 6 o neurônio z recebe em uma de suas entradas uma função ($x = f(i)$) da qual se pretenda fazer uma aproximação funcional por meio da Rede Para-Neural, e na outra entrada é realimentada a saída $yf(i)$. Este neurônio implementa a equação da CNAPa. Os neurônios p e q da primeira camada intermediária da rede, assim como os neurônios m e n , da segunda camada intermediária, implementam em suas saídas o algoritmo da CNAPCa. A atualização dos pesos das sinapses v_i , w_{ij} e u_i é feita utilizando os conceitos da regra delta [3] e da LPA2v por meio da equação da célula de aprendizagem [2], pois é levado em consideração os valores das funções que estão sendo implementadas nos neurônios que são conectados pelas respectivas sinapses, assim como o erro, que é a diferença entre o valor da função que se deseja fazer a aproximação funcional e o valor atual da saída da rede, assim como o fator de aprendizagem α . O algoritmo de treinamento da Rede Para-Neural é descrito a seguir no *Algoritmo 2*:

Algoritmo 2 – início:

1. Definição dos valores iniciais dos pesos das sinapses v_i , w_{ij} e u_i ;

$$v_i \leftarrow v_i[0]; \quad (8)$$

$$w_{ij} \leftarrow w_{ij}[0]; \quad (9)$$

$$u_i \leftarrow u_i[0]; \quad (10)$$

2. Definição do valor da taxa de aprendizagem da rede – α ;

$$\alpha \leftarrow \alpha[0]; \quad (11)$$

3. Definição do valor do Fator de Ajuste da equação de Aprendizagem – Fa ;

$$Fa \leftarrow Fa[0]; \quad (12)$$

4. Definição do valor do Fator de Ajuste do erro – Fae ;

$$Fae \leftarrow Fae[0]; \quad (13)$$

5. Inicializar o vetor de saída da Rede Para-Neural – Yf ;

$$Yf \leftarrow 0.5; \quad (14)$$

Para o k -ésimo passo de treinamento

6. Calcular o valor do erro – e ;

$$e_k = x_k - yf_k; \quad (15)$$

7. Cálculo da função do neurônio z ;

$$Z_k = \text{aprendizagem}(x_{(k)}, yf_{(k+1)}); \quad (16)$$

8. Cálculo da função do neurônio p ;

$$p_k = z_k * v_{0k}; \quad (17)$$

$$p_k = \text{analitica}(p_{(i)}, e_{(k)}); \quad (18)$$

9. Cálculo da função do neurônio q ;

$$q_k = z_k * v_{1k}; \quad (19)$$

$$q_k = \text{analitica}(q_{(k)}, e_{(k)}); \quad (20)$$

10. Cálculo da função do neurônio m ;

$$m_k = p_k * w_{11k} + q_k * w_{22k}; \quad (21)$$

$$m_k = \text{analitica}(m_{(k)}, e_{(k)}); \quad (22)$$

11. Cálculo da função do neurônio n ;

$$n_k = p_k * w_{12k} + q_k * w_{21k}; \quad (21)$$

$$n_k = \text{analitica}(n_{(k)}, e_{(k)}); \quad (22)$$

12. Cálculo da função do neurônio de saída yf ;

$$yf_k = m_k * u_{0k}; \quad (23)$$

$$yf_k = \text{analitica}(yf_{(k)}, e_{(k)}); \quad (24)$$

13. Atualizar o valor do erro – e ;

$$e_{(k+1)} = x_k - yf_k; \quad (25)$$

14. Cálculo da taxa de atualização das sinapses u_i , w_{ij} e y_i ;

$$\Delta u_1 = \alpha * e_{(k+1)} * \text{aprendizagem}(m_k, yf_k); \quad (26)$$

$$\Delta u_2 = \alpha * e_i * \text{aprendizagem}(n_k, yf_k); \quad (27)$$

$$\Delta w_{11} = \alpha * e_{(k+1)} * \text{aprendizagem}(p_k, m_k); \quad (28)$$

$$\Delta w_{12} = \alpha * e_{(k+1)} * \text{aprendizagem}(p_k, n_k); \quad (29)$$

$$\Delta w_{21} = \alpha * e_{(k+1)} * \text{aprendizagem}(q_k, n_k); \quad (30)$$

$$\Delta w_{22} = \alpha * e_{(k+1)} * \text{aprendizagem}(q_k, m_k); \quad (31)$$

$$\Delta v_1 = \alpha * e_{(k+1)} * \text{aprendizagem}(z_k, p_k); \quad (32)$$

$$\Delta v_2 = \alpha * e_{(k+1)} * \text{aprendizagem}(z_k, q_k); \quad (33)$$

15. Cálculo da atualização das sinapses v_i , w_{ij} e u_i ;

$$v_{i(k+1)} = \Delta v_i + v_{ik} \quad (34)$$

$$w_{ij(k+1)} = \Delta w_{ij} + w_{ijk} \quad (35)$$

$$u_{i(k+1)} = \Delta u_i + u_{ik} \quad (36)$$

Retorna ao passo 7

Algoritmo 2 – fim:

Resultados

Para testar os conceitos propostos neste trabalho, foi feito com que a função apresentada na entrada x da rede seja:

$$f(x) = \sin(2x) * \sin(x); \quad (37)$$

Foram executados 20 ciclos de treinamento para atualização dos pesos das sinapses da rede, sendo que em cada ciclo, quando era chamada a equação da aprendizagem, esta retornava o aprendizado após 15 ciclos. Na Figura 7, sinal 1 é a função $f(x)$ e sinal 2 é o resultado da rede, $yf(x)$, após 20 passos de treinamento.

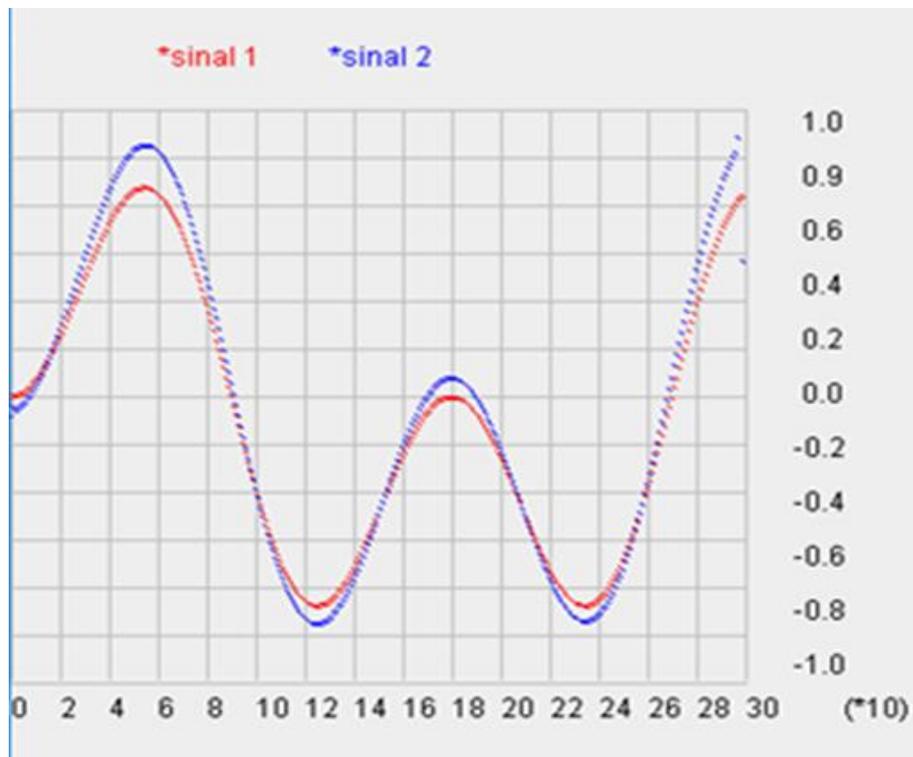


Figura 7 - Resultado da Rede Para-Neural utilizada para aproximação funcional

Conclusão

Os estudos apresentados neste trabalho agregam atributos e funcionalidades da Lógica Paraconsistente e das Redes Neurais Artificiais, podendo contribuir de modo efetivo para construir sistemas híbridos que ora possam adquirir conhecimento por meio de aprendizado, característica das RNAs, e que também possam trabalhar com dados caracterizados por inconsistências, como permite a LPA2v. Conforme descrito em experimentos realizados em [4], a Lógica Paraconsistente, por meio de suas CNAPa,

permite adquirir aprendizado com um número menor de ciclos de treinamento, o que é relevante para um sistema computacional em que os algoritmos são implementados.

Este campo de estudos abre a perspectiva para mais linhas de pesquisa, que podem se estender além da aproximação funcional aqui testada. Aplicações como caracterização e classificações de padrões também podem ser avaliadas utilizando estes conceitos, adaptando no Neurônio Para-Neural versões diferentes de algoritmos, como por exemplo as diferentes implementações do Nó de Análise Paraconsistente – NAP [2]. Do lado das RNAs, a atualização dos pesos das sinapses também pode levar em conta o uso do erro quadrático [3]. O conceito do erro utilizado na regra delta, abre a perspectiva para que uma RNA possa atualizar os pesos de suas sinapses em função de minimização de dados inconsistentes que são admitidos pela LPA2v. Combinando as alternativas que se multiplicam pelo uso dos dois conceitos às soluções que sejam mais adequadas às aplicações em que a LPA2v e as RNAs já são empregadas, esperamos que os estudos apresentados sirvam de inspiração ao uso combinado da LPA2v e das RNAs.

Referências

- [1] DA SILVA FILHO, J.I.; ABE, J.M. **Fundamentos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes - destacando aplicações em Neurocomputação**. São Paulo: Editora Villipress, Brasil, 2001a.
- [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: Editora LTC, Brasil, 2008.
- [3] HAYKIN S. **Redes Neurais – Princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- [4] MARIO, M.C. **Proposta de Aplicação das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes como Classificador de Sinais Utilizando Aproximação Funcional**. Univ. Federal de Uberlândia, Dissertação de Mestrado, Uberlândia; 2003.
- [5] MARIO M.C.; DA SILVA FILHO, J.I.; GARCIA, D.V.; FERNANDES, L.A.; FERNANDES, C.L.M. **Rede Neural Artificial com algoritmo Backpropagation**

aplicada ao reconhecimento de padrões de imagens digitais. Revista Seleção Documental, n. 50, ano 13. ISSN 1809-0648. Santos-SP: Editora Paralogike, 2018.

[6] REZENDE, S.O. **Sistemas Inteligentes – Fundamentos e Aplicações.** Barueri-SP: Editora Manole Ltda, 2003.

[7] RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial.** 2. ed. São Paulo – SP: Ed. Campus, 2004.

ARTIGOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Nesta seção estão reunidas as contribuições de artigos de Iniciação Científica de alunos da graduação da Universidade Paulista.

Os textos referem-se a temas de Inteligência Artificial, Indústria 4.0 e Lógica Paraconsistente.

Agradecimentos especiais aos discentes que participaram dessa edição com os seus respectivos trabalhos.

“A persistência é o menor caminho do êxito”. (Charles Chaplin)

DESENVOLVIMENTO DO *SOFTWARE DESKTOP* DE RASTREABILIDADE DE MEDICAMENTOS APOIADO NA LÓGICA PARACONSISTENTE

Fabio Maeda Colavite, Jair Minoro Abe
Ciência da Computação - Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
dsm824_fmc@hotmail.com, jairabe@uol.com.br

Resumo

Utilizar a Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$ para analisar os dados de postos de saúde mostrando a possibilidade da utilização de um aplicativo *desktop* no rastreamento de medicamentos, aumentando, assim, a confiança e a comodidade dos pacientes do SUS – Sistema Único de Saúde – e diminuindo a indicação de medicamentos que estejam indisponíveis ou próximos da data de validade.

Palavras-chave: Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$, Aplicativo, Medicamento.

Abstract

To use the Paraconsistent Evidential Logic $E\tau$ to analyze the dates of health posts and its medicines to show the possibility of using a desktop software to track medicines, increasing the trust and convenience of SUS' – Sistema Único de Saúde – patients, and decreasing the prescription of medicines that are unavailable or close to its expiration date.

Keywords: Paraconsistent Evidential Logic $E\tau$, Medicine, Software.

Introdução

Ter o conhecimento da disponibilidade de um medicamento em um posto de saúde é essencial nas redes de saúde pública para diminuir a locomoção e aumentar a confiança dos pacientes no Sistema Público de Saúde [3].

A pesquisa baseia-se em utilizar a Lógica não clássica em dados como a distância entre os postos, a demanda de medicamento e a quantidade de medicamento disponível em determinado posto.

A Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$, que diferente da lógica clássica que trabalha apenas com a possibilidade de verdadeiro e falso, pode chegar em resultados

como paracompleto e inconsistente. Esta Lógica não clássica possibilita trabalhar com dados contraditórios e pode ser utilizada em situações reais [1].

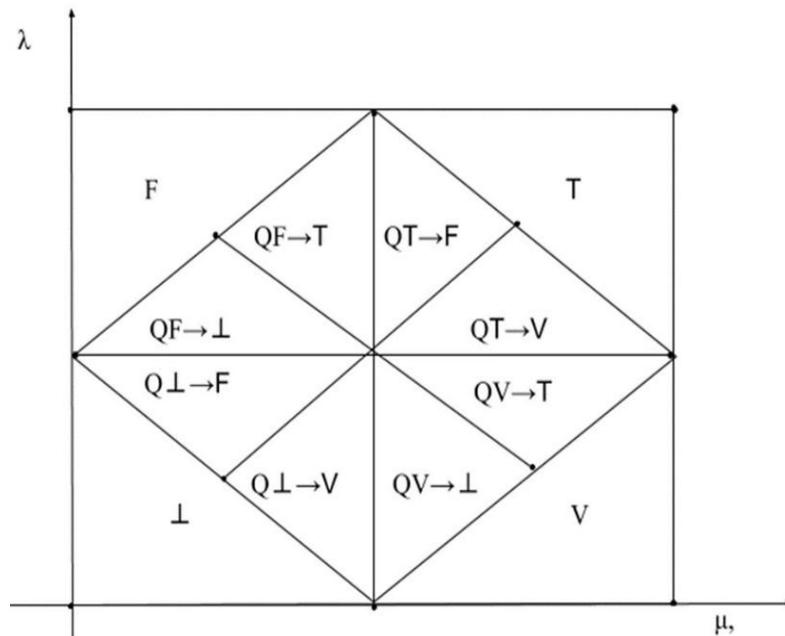


Figura 48 - Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$ [1]

Metodologia

A proposta deste trabalho foi desenvolver um aplicativo *desktop* de rastreabilidade de medicamentos apoiado na Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$. Primeiramente foi realizado o levantamento bibliográfico; criação de um banco de dados e armazenamento de dados como distância, disponibilidade e consumo; criação de um *software desktop*; utilização da Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$ em cada dado de maneira individual.

A criação do aplicativo *software* foi feita em linguagem Java, também como a utilização da Lógica Não Clássica. Os dados ficam armazenados em um banco de dados, sendo levados ao aplicativo quando solicitados.

Foi possível obter uma interface de fácil entendimento, podendo ser utilizada até mesmo por pessoas que não estão familiarizadas com computação. O emprego da Lógica Paraconsistente Evidencial $E\tau$ mostrou-se muito eficiente na rastreabilidade de medicamentos, principalmente quando comparada à lógica clássica, possibilitando melhor precisão na prescrição, podendo lidar com dados contraditórios e a utilização em situações reais.

Conclusão

A possibilidade de se demonstrar a utilização da Lógica Não Clássica na Rede Pública de Saúde foi alcançada com sucesso, podendo o médico ter uma melhor noção de qual medicamento indicar levando em consideração o desconforto do usuário, diminuindo assim sua indisposição.

Com alguns improvisos, também seria possível levar o aplicativo ao celular do paciente, ajudando assim ter mais controle da sua aquisição, e, em alguns casos, não necessitando mais de uma bula física.

Referências

[1]. ABE, Jair Minoro et al. **Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et**. São Paulo: Editora Comunicar, 2011.

[2]. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Aquisição de Medicamentos para Assistência Farmacêutica no SUS**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. Série As Normas e Manuais Técnicos. Brasília – DF, 2006.

[3]. MUNIZ, André Gomes de Lira. **Estudo de Rastreabilidade de Medicamento no Cenário Brasileiro Apoiado em Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et**. São Paulo – SP, 2016: Universidade Paulista – UNIP.

O MUNDO DA INDÚSTRIA 4.0

Felipe da Silva Martins, Laura Carolina Marinho Piedade, Vitória Cristina Gregório,
João Batista Oliveira de Souza Junior

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Universidade Paulista, São Paulo, Brasil
femartins2010@gmail.com, laura.carolina.piedade@gmail.com,
vcristinagregorio@gmail.com, joaobat1999@gmail.com

Resumo

Com o mundo evoluindo cada vez mais, muitas pessoas têm dificuldade de entender o cenário que está inovando o modo de como as linhas de produção, atendimento, encomenda, tomada de decisão e diversos outros aspectos sociais e industriais estão sendo reformulados para um cenário mais atual e tecnológico, e, com essa falta de conhecimento, diversas narrativas acabam sendo criadas na sociedade. Sendo assim, é necessário conhecer as novidades para que, com elas, não se tenham bons profissionais sendo “ultrapassados” pela velocidade dessas atualizações.

Palavras-chave: Desenvolvimento; Inovação; Tecnologia.

Abstract

With the world evolving more and more, many people have difficulty understanding the scenario that is innovating the way in which production lines, service, ordering, decision making and several other social and industrial aspects are being reformulated for a more current scenario and technological, and with this lack of knowledge, several narratives end up being created in society. Therefore, it is necessary to know the news so that, with them, there are no good professionals being "outdated" by the speed of these updates.

Keywords: Development, Innovation, Technology.

Introdução

A sociedade nunca esteve estagnada em relação a avanços em seus métodos de realizar operações, tarefas ou grandes projetos, sempre se reinventando para algo mais prático e atual, tendo chegado o momento em que é possível experimentar uma automatização massiva de operações realizadas de maneiras repetitivas e manuais, para a “terceirização” dessas tarefas com a ajuda da Robótica, como é sugerida pela Indústria 4.0. Porém,

como se trata da Quarta Revolução Industrial, o conhecimento prévio do que trouxe este avanço começa em meados do século XVIII, entre 1750 a 1850, quando é possível ver a grande expansão das indústrias da época com criações como a máquina de fiar e a máquina a vapor, sendo possível enxergar o crescimento das metalúrgicas, siderúrgicas e dos transportes, com um grande uso do carvão.

Já no século XIX, entre 1850 e 1950, o marco se dá pelo progresso científico e tecnológico, sendo ainda muito utilizado os métodos da Primeira Revolução, mas com a automatização, tendo em vista o descobrimento de recursos como o petróleo, aço e eletricidade, o que potencializa os modos de reger a antiga indústria. Já voltando para a área mais correlata com a Indústria 4.0, são criados o telégrafo e o rádio, dois dos principais exemplos de meios de comunicação que tiveram extrema influência para as gerações industriais futuras.

Recentemente, é possível verificar a Terceira, e última até o momento, Revolução Industrial, que teve início no século XX, em 1950, com o surgimento da informática, do uso de computadores, e, como já é de conhecimento, o uso da internet como ferramenta base para atividades rotineiras e de grande impacto no dia a dia das grandes empresas emergentes. Esse método de como as coisas são feitas ainda tem sido amplamente usado e conhecido pela maioria da população e dos empresários, mas tende a mudar com o avanço rápido de diversas áreas do conhecimento tecnológico.

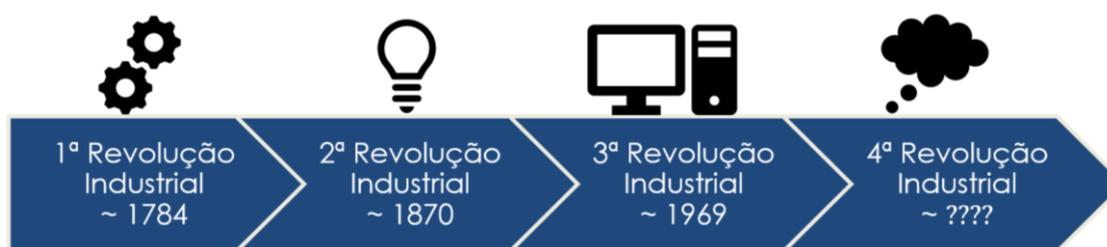


Figura 49 - Conceito e linha cronológica das revoluções industriais [7]

Indústria 4.0 e suas características

Com esses avanços, tanto da área de *software* e *hardware*, foi se tornando mais promissora a entrada de uma nova era e os indícios de uma Quarta Revolução Industrial deixaram de ser boatos e passaram a se tornar cada vez mais iminentes. A Indústria 4.0 está voltada para a automatização de processos antes feitos de forma manual, como exemplo a área de cargas, agricultura, montagem de veículos e diversas outras áreas do mercado atual, aumentando assim a produtividade com uma perda significativa de

custos em relação aos métodos adotados hoje. Este modelo está apoiado em diversas áreas de desenvolvimento, como sistemas cibernéticos, inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IOT, sigla em inglês), *machine learning* e Big Data são algumas das tecnologias que alavancaram o avanço para o estado atual. Determinadas características e princípios para a área de negócios se efetivaram pelo fato de, além da automatização de processos manuais, o acompanhamento detalhado e em tempo real que pode ser visto de forma mais precisa pelos analistas e equipe responsável, evitando desperdício de tempo na procura e solução de algum erro, sendo possível tomar decisões ágeis e precisas. Outra característica é a virtualização, que permite a existência de uma planta virtual da fábrica, feita por meio de sensores inseridos nos domínios do território, e nas máquinas, o que também auxiliará na tomada de decisões, poupança de tempo e redução de erros. Há, também, outras características como a descentralização do trabalho, modularidade e orientações a serviços.

Impactos da Quarta Revolução atualmente

Como dito, este modelo de indústria traz aspectos muito positivos para o mercado, sendo de extrema eficácia, reduzindo despesas, aumentando o controle de erros e a tomadas de decisão ágil, sendo um modelo que permite melhora na organização industrial. Com este avanço, os gestores tiveram a possibilidade de diminuir profissionais, principalmente os de nível operário, sendo assim, a exposição aos riscos.

Outro aspecto é a precisão contida no trabalho de um *software*, pois o que o ser humano é incapaz de realizar, ou realiza com lentidão e possibilidade de erro, a máquina o faz com maior facilidade, afinal, ela não tem as mesmas necessidades que uma pessoa tem, então acaba produzindo muito mais, fazendo com mais rapidez e maior geração de lucros à empresa.

Em relação aos aspectos negativos, são mais visíveis principalmente para donos de empresas que são mais adversos para com a tecnologia em “seu território”. O cibernético é um grande exemplo, a utilização da inteligência artificial para fins obscuros, como golpes com crédito bancário, compra de imóveis e acesso a círculos sociais em geral, fora o mais falado na atualidade, “*Fake News*”. Com o avanço da IOT, um invasor pode ter maior controle sobre as instalações das fábricas e indústrias, sendo um ponto crucial da empresa investir também em defesa cibernética.

Outra mudança de grande impacto que pode ser observada é a que afetará o mercado de trabalho como um todo, até porque muitas áreas de atuação deixarão de existir, sendo necessária a competência do trabalhador de buscar se inovar para as novas tarefas que começarão a ascender no mercado, pois a tecnologia “substituirá” o seu antigo emprego. Dando a atenção necessária ao cliente e fazendo suas vontades de certa formar, porque com a tecnologia o foco não estará mais nos funcionários atingir o que foi pedido.

A tecnologia irá se desenvolver no campo da segurança para tornar viável a adaptação de empresas e o novo padrão de indústria que está chegando.

Tendo os chineses como exemplo, eles são os maiores fabricantes de robô, com intenção de otimizar o trabalho manual. Já existem milhares de máquinas e vem se espalhando cada vez mais, pois estão sendo utilizados em atendimento de hotéis, restaurantes, lojas e grandes empresas. Foi criado um projeto chamado "Made in China 2025", no qual o governo chinês pretende diminuir a mão de obra humana e aumentar a tecnológica. Já os Estados Unidos, Japão, Alemanha e Índia, mesmo se preparando para Indústria 4.0, pensam em uma forma para balancear a fase de transição entre a substituição da mão de obra humana e a adaptação para as novas demandas que o mercado passará a solicitar, até porque muitas pessoas serão substituídas durante o início dessa transição.

Uma empresa que podemos dar como exemplo é a Spread do Japão, produtora de alface, é a primeira a abrir espaço inteiramente para robôs. Sua produção é de aproximadamente 30 mil pés por dia. Já a empresa Adidas também está adquirindo robôs para ajudar na fabricação de tênis, ainda com auxílio humano, claro, mas já está investindo na tecnologia como forma de para aumentar o volume de vendas dos produtos.

Ao se falar sobre Brasil, há muitos pontos que justificam sua atual posição na corrida do desenvolvimento, sejam questões econômicas, sociais ou até mesmo políticas. Como se trata de um país de consumo em relação à tecnologia, não se tornou hábito de empresas o desenvolvimento, mas sim a exportação de *softwares* no geral, o que fez com que tornasse carente o setor de criação do país. Porém, esta característica tem mudado, a passos curtos, para uma melhora neste quesito, o que conseqüentemente traz grandes expectativas para a entrada da Indústria 4.0. Como exemplo desses avanços, podemos verificar a instalação de IA's em empresas para facilitar o atendimento, apesar de muitas delas ainda serem exportações de conhecimentos estrangeiros, como o

Assistente Virtual do PagSeguro e a Inteligência Artificial do Bradesco (BIA), que trazem no seu “esqueleto” linhas de desenvolvimento contidas em outros projetos, ambas passaram por uma renovação para se adaptar para as devidas funções. Fugindo do tópico IA, é possível também ver o crescimento da utilização de tecnologias na área do agronegócio, tendência que desde sempre existiu, tendo em vista que um dos campos de maior destaque no Brasil é o seu cultivo e a sua pecuária, o que favorece o estudo e desenvolvimento de conceitos como agricultura 4.0



Figura 50 - Exemplo de máquina realizando trabalho manual [8]

A Inteligência Artificial tem sido estudada por cientistas brasileiros desde antes da década de 50, pois um dos pilares da fundamentação é a lógica. Uma lógica chamada de “Lógica Paraconsistente” faz parte das chamadas Lógicas Não Clássicas, pois contém disposições contrárias a alguns dos princípios básicos da Lógica Aristotélica, como o princípio da contradição. Em meados da década de 1950, Jaśkowski e o brasileiro matemático lógico Newton Carneiro Affonso da Costa propuseram a contradição na estrutura lógica e ficaram conhecidos como os fundadores da Lógica Paraconsistente. Newton C. A. da Costa propôs, em 1954, predicados, lógicas de ordem superior (teoria de conjuntos). Estudos recentes [6], reforçam que respostas a problemas que envolvam especialistas na tomada de decisão tem como apoio a Lógica Paraconsistente que pode ser aplicada em seis etapas (conforme a tabela 1) de forma a atender a aplicação em diversas áreas do conhecimento: análise de ponto de função, robótica, sistemas em inteligência artificial, etc.

Tabela 15 - Aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ [6]

Item	Etapa	Subitem
1	Definição	Definir Proposição; definir fatores; definir seção; definir base de dados;
2	Transformação	Gerar Normalização; Coletar Evidências (favorável e desfavorável);
3	Cálculos	Calcular Maximização; Calcular Minimização Calcular evidência (Min resultante, Max resultante); Calcular Grau (Gce: Certeza, Gco: Contradição); Calcular variável Análise Global
4	Parâmetros	Parametrizar valores limites;
5	Processamento	Processamento do algoritmo Para-Analisador;
6	Suporte à decisão	Auxílio na tomada de decisões;

Discussões

Sendo assim, ao invés de se ter o alarmismo, como uma parte da opinião popular tende a ser, o que deve ser observado são os lados positivos, adotando uma visão mais receptiva para as mudanças que estão prestes a acontecer daqui para a frente. Diferente do que é dito, a automatização de processos, antes feitos manualmente, não trará uma geração inteira de “desemprego” e com poucas oportunidades em diversas áreas de atuação. O fato é que conforme nos aproximamos cada vez mais de um estado que seja observada a ação da robótica, da IoT, *machine learning* e outros tópicos já citados, maior será a necessidade da especialização dos profissionais para o mercado de trabalho em relação a outras áreas que começarão a surgir, o que tem se tornado um dos pontos mais conflituosos e com maior desentendimento sobre o assunto, afinal de contas o cenário atual não favorece de vez o avanço, principalmente no Brasil.

Conclusão

Ainda temos inúmeros empresários que não têm conhecimento sólido do que se trata este avanço, e os que possuem observam barreiras para a instalação de tecnologias que auxiliem seu trabalho, o que é compreensível. A Quarta Revolução Industrial tem uma série de benefícios, mas também é possível observar algumas dificuldades na sua implantação, pois se trata de tecnologias com alto custo de investimento, o que acaba se tornando um risco a empresas que não entendem os benefícios a longo prazo. Além de ser custosa, é um avanço que, como dito no tópico anterior, exige uma alta qualificação dos setores da empresa, pois se trata da entrada de uma nova tecnologia, sendo assim é

necessária uma capacitação excepcional do entendimento dela para com os colaboradores, afinal é um grande investimento, e a falta de conhecimento, ou o conhecer pouco, pode devolver lucros negativos para a empresa em relação a tudo o que se investiu. Outros pontos que podem tornar a implementação da Indústria 4.0 nas empresas é a falta de uma infraestrutura prévia, o que também requer tempo e paciência para que tudo se adapte aos novos padrões de mercado, fazendo com que todos os benefícios observados neste artigo sejam implantados da melhor forma possível.

Referências

- [1]. NEVES, D.; SOUSA, R. **Revolução industrial**. Brasil Escola, Brasil. Disponível em: brasilecola.uol.com.br/historiag/revolucao-industrial.htm Acesso em: 26 de setembro de 2019.
- [2]. BELO, Claudia; PIRES, Sirlei. **Robotista: A profissão chave da indústria 4.0**. Brasil, 2018.
- [3]. PINEDA, Denis. **Falta de mão de obra no mercado da robótica**. Brasil, 2018.
- [4]. CASTRO, L. S. **Pecuária 4.0: A era digital chegou à produção animal**. São Paulo, 2018.
- [5]. **Inovação indústria, desvendando a indústria 4.0**: saiba tudo sobre a nova revolução industrial. Disponível em: <http://materiais.inovacaoindustrial.com.br/industria-40> Acesso em 30 de setembro de 2019.
- [6]. DE LIMA, L.A.; ABE, J.M.; MARTINEZ, A.A.G.; DE FREDERICO, A.C.; NAKAMATSU, K.; SANTOS J. (2020) **Process and Subprocess Studies to Implement the Paraconsistent Artificial Neural Networks for Decision-Making**. In: Jain V., Patnaik S., Popențiu Vlădicescu F., Sethi I. (Eds.) Recent Trends in Intelligent Computing, Communication and Devices. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1006. Springer, Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-9406-5_61. ISBN: 978-981-13-9406-5.

[7]. C. R. MANICA. **Indústria 4.0 – Revolução ou Evolução?** – Análise de Falhas e Gestão do Conhecimento | Télios. [Online]. Disponível em: <https://www.telios.eng.br/site/industria-4-0-revolucao-ou-evolucao/>. [Acessado: 24-fev-2019].

[8]. **Tecnologia pode ser aliada do trabalho humano em projetos desenvolvidos na Região Serrana.** Portal Multiplix. [Online]. Disponível em: <https://www.portalmultiplix.com/noticias/tecnologia-pode-ser-aliada-do-trabalho-humano-em-projetos-desenvolvidos-na-regiao-serrana>. [Acessado: 24-fev-2019].

SISTEMA ESPECIALISTA COM USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA O DIAGNÓSTICO E O ACOMPANHAMENTO DE PACIENTES QUE NECESSITAM DE TRATAMENTOS FISIOTERAPÊUTICOS

Gabriel Moreno Marques Dos Santos, Marcelo Nogueira
Ciência da Computação - Universidade Paulista, São Paulo Brasil
gabrielm_marques@hotmail.com

Resumo

Sistemas especialistas são ferramentas que visam abstrair os vastos conhecimentos e detalhes da área de escolha e transferi-los dos seres humanos para a máquina. Assim sendo, o escopo deste trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema especialista para o diagnóstico de pacientes que necessitam de tratamentos fisioterapêuticos para ajudá-los a otimizar a qualidade de sua recuperação.

Palavras-chave: Tratamentos fisioterapêuticos, Sistemas especialistas.

Abstract

Expert systems are tools aimed at abstracting the vast knowledge and details of the area of choice and transferring them from human beings to the machine. Thus, the scope of this work aims to develop an expert system for the diagnosis of patients who require physiotherapeutic treatments to help them optimize the quality of their recovery.

Keywords: physiotherapeutic treatments, expert systems.

Introdução

Quando nos referimos à ortopedia [1], estamos falando de milhares de brasileiros que lidam com algum tipo de trauma, seja ele em decorrência de alguma patologia ou por lesões, sendo assim, uma avaliação adequada é fundamental na hora de se atingir bons resultados no tratamento, levando em consideração o fato que muitas vezes o profissional da área lida com diversos pacientes simultâneos, podendo cometer erros ou até mesmo indicar tratamentos de reabilitação inadequados para o paciente em questão. Essa pesquisa tem como foco o desenvolvimento de um sistema especialista para o auxílio e a melhor precisão nos diagnósticos.

Sistemas especialistas são sistemas que por meio de sua base de conhecimento e uma regra de produção bem definida, são capazes de gerar inferências sobre fatos, esses sistemas podem facilmente substituir o especialista humano, muitas vezes dando respostas mais precisas com maior velocidade.

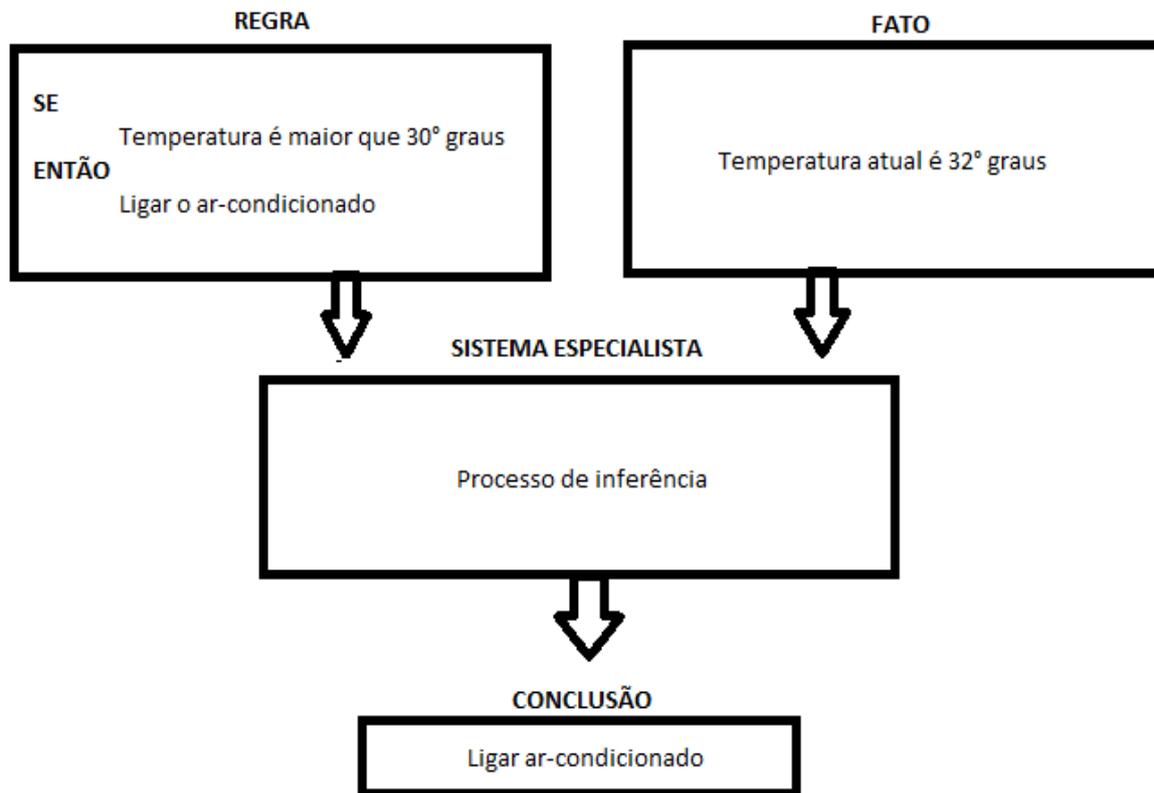


Figura 51 - Modelo do funcionamento do motor de inferência em um SE

Metodologia

A proposta do trabalho é o desenvolvimento de um sistema especialista com base em regras para o diagnóstico e a indicação dos tratamentos adequados; para isso será realizado um levantamento bibliográfico, será montada uma base de conhecimento a partir de especialistas na área fisioterapêutica e, então, serão definidas regras que irão lidar com essa base para se gerar as respostas do sistema.

O sistema em questão será desenvolvido com a utilização de Delphi, por meio de sua interface de aquisição para as informações que irão compor sua base de conhecimento, e por meio das regras criadas para os fatos que será realizada a inferência para as respostas apresentadas na interface do usuário.

Espera-se que com a implementação do sistema para o diagnóstico e indicação de tratamento ocorra uma melhora significativa nos resultados de recuperação apresentados

pelo paciente, pois com uma avaliação mais rápida e mais precisa, as taxas de recuperação esperadas são altas, pois o tratamento será mais direcionado ao paciente.

Conclusão

A realização do trabalho possibilita a implementação de um SE em uma área em que a qualidade da vida e dos resultados de melhora apresentados pelo paciente estão altamente ligados não só ao comprometimento do mesmo com o tratamento, mas sim com a rapidez e a melhor forma de se diagnosticar, assim dando ao profissional uma confiança maior e mobilidade, sem o prender muito a um paciente, tendo em vista que em muitas sessões de terapia na rede pública, o profissional lida com dois ou mais pacientes simultaneamente, assim podendo tornar seu diagnóstico passível a erros. A utilização desse sistema tem como base, além da qualidade, poder aliviar a carga do profissional com diagnósticos precisos.

Referências

[1] KFURI JUNIOR, M. **O trauma ortopédico no Brasil**. Revista Brasileira de Ortopedia, v. 46, p. 0–0, 2011, doi: 10.1590/S0102-36162011000700003.

Nesta obra, reunimos alguns temas correntes em Computação Inteligente tendo como pano de fundo a Lógica Paraconsistente Anotada.

As contribuições fazem uso de lógicas alternativas clássicas, principalmente da lógica paraconsistente anotada, por tratar incertezas, paracompletezas e contradições em seu interior sem o perigo de trivialização. Um de seus descobridores é o lógico brasileiro Newton C. A. da Costa.

Além da compreensão de seus fundamentos, diversas aplicações foram sendo obtidas nos mais diversos setores do conhecimento humano, da Filosofia à Inteligência Artificial e Automação, quebrando um paradigma do pensamento humano de mais de dois mil anos.

Grande parte das pesquisas da lógica paraconsistente contou com o apoio da Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Paulista – UNIP –, principalmente pelo Grupo de Lógica Paraconsistente e Inteligência Artificial, cadastrado no CNPq. Muitas frases podem refletir essa situação, como a de Shakespeare: “Entre o céu e a terra existem muito mais coisas do que sonha sua vã filosofia”.
