

## Avaliação do grau de conversão de resinas compostas quando ativadas por luz halógena: método convencional, alta potência e método “soft”

### *Evaluation of degree of conversion in composite resins activated by halogen light: conventional method, high power and soft method*

Maurício Rufaiel Matson\*  
Ana Maria de Figueiredo Pereira Matson\*\*

#### Resumo

**Introdução** – Com a grande utilização das resinas compostas como material restaurador direto, a qualidade da polimerização destes materiais é fundamental para sua longevidade clínica. O teste de resistência flexural pode ser utilizado para a avaliação do grau de polimerização das resinas compostas. O objetivo deste estudo foi avaliar o grau de conversão de uma resina composta microhíbrida (Filtek Z250-3M) através do teste de resistência flexural, quando ativada por três formas de ativação distintas. **Materiais e Métodos** – A avaliação da resistência flexural foi realizada pelo método dos três pontos, com corpos-de-prova de resina composta de dimensões de 2 mm x 2 mm x 10 mm. Os grupos foram divididos segundo a forma de ativação: luz halógena com densidade de potência de 550 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos (Convencional); luz halógena pelo método “soft-start”, com densidade de potência crescente até 950 mW/cm<sup>2</sup> em um período de 5 segundos, permanecendo nesta potência até completar 20 segundos de ativação (Soft); luz halógena com densidade de potência de 950 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos (Standart). **Resultados** – Os valores obtidos em Newtons foram transformados em MPa, e receberam tratamento estatístico paramétrico (ANOVA) ao nível de significância de 5%. Foi possível verificar que os maiores valores foram conseguidos pelo método “soft-start” (218,73 MPa). A ativação convencional (214,46 MPa) e pelo método de alta potência (190,30 MPa) não tiveram uma diferença estatisticamente significativa. **Conclusão** – O método alternativo de fotopolimerização denominado de método “soft” melhorou o grau de conversão da resina composta avaliada, sendo que o método de alta potência teve resultados semelhantes à técnica convencional.

Palavras-chave: Resinas compostas; Luz; Materiais biocompatíveis; Resistência à tração

#### Abstract

**Introduction** – With a greater use of composite resins as direct restorations, the quality of polymerization of these materials is essential for clinical longevity. The flexural strength test could be use for evaluation of degree of polymerization of composite resins. The aim of this study was evaluated the degree of conversion of microhybrid resin (Filtek Z250) through the flexural strength test when activated in three kind of activation. **Materials and Methods** – Evaluation of flexural strength was done through three points bending test. With specimens of composite resin which dimension was 2 mm x 2 mm x 10 mm. The groups were divided into a form of activation: halogen light with density of power of 550 mW/cm<sup>2</sup> for 20 seconds (conventional); halogem light with soft method with increase density of power with 950 mW/cm<sup>2</sup> for 5 seconds and being in this power to complete 20 seconds of activating (soft); halogen light with density of power of 950 mw/cm<sup>2</sup> for 20 seconds (standart). **Results** – The values in Newton had ben transformed in MPa and evaluated with the ANOVA parameter test with a significance level of 5%. The highest values has got by soft method (218,75 MPa). Conventional method (214,46 MPa) and high power method (190,30 MPa) there was no significant difference. **Conclusion** – The alternative method of polimerization denominated soft method improve the degree of conversion in composite resins evaluated, although high power have results like as conventional method.

Key words: Composite resins; Light; Biocompatible materials; Tensile strength

\* Professor do Programa de Pós-graduação em Biodontologia da Universidade Ibirapuera (Unlb). E-mail: maumatson@gmail.com

\*\* Professora das Disciplinas de Dentística Operatória e Dentística Restauradora da Unlb.

## Introdução

É inegável o avanço da Odontologia durante as últimas décadas, principalmente na área da Dentística, iniciando-se com o desenvolvimento das canetas em alta rotação, seguindo com o surgimento das resinas compostas, sistemas adesivos e materiais restauradores indiretos à base de porcelanas e resinas compostas.

Atualmente a Dentística está calcada nos princípios adesivos, já que a grande maioria de seus procedimentos depende desta propriedade, que é conseguida principalmente pelos materiais resinosos, sejam na forma de sistemas adesivos, cimentos resinosos, resinas flow, resinas compostas convencionais ou compactáveis, mudando basicamente a concentração de carga entre elas.

Visto por esta ótica, as pesquisas de novos equipamentos, com o papel de otimizar e melhorar a polimerização destes materiais vem aumentando muito nos últimos anos. Os lasers de Argônio estão sendo bastante estudados para este fim<sup>2,10</sup>, bem como os aparelhos de luz LED<sup>9,14</sup>. Apesar destes novos aparelhos, os fotoativadores de luz halógena continuam sendo muito utilizados pela comunidade odontológica, provavelmente pela sua eficiência de polimerização comprovada com trabalhos recentes<sup>15,21</sup> e por sua popularidade.

A qualidade dos trabalhos adesivos está diretamente relacionada com a densidade de potência dos aparelhos de polimerização utilizados<sup>8</sup>. Se forem trabalhadas com densidades de potências inferiores às necessárias para a ativação dos fotoiniciadores, as resinas compostas que normalmente possuem em torno de 40 a 60% de seus monômeros convertidos em polímeros, ficarão sub polimerizadas, diminuindo suas propriedades mecânicas<sup>4,13,18,22</sup>.

Várias são as formas de se verificar as propriedades mecânicas dos materiais: dureza superficial, resistência à tração, resistência diametral e resistência flexural entre outras. Sabe-se que o grau de conversão das resinas compostas está diretamente relacionado a estas propriedades<sup>5,17</sup>.

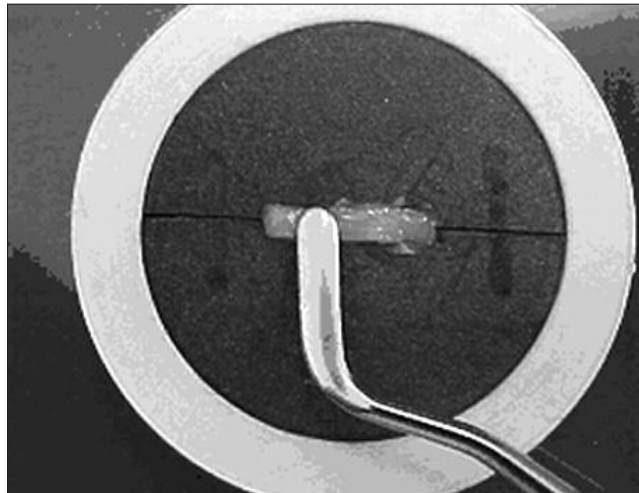
Devido a esta relação entre o grau de conversão das resinas compostas e sua resistência flexural, a hipótese testada por este artigo é se métodos alternativos de polimerização de resinas compostas por luz halógena (técnica de polimerização soft-start e de alta potência) promovem maior grau de conversão das resinas compostas.

## Material e Métodos

Para se testar a hipótese formulada foi realizado o teste de resistência flexural de uma resina composta microhíbrida (Filtek Z-250 – 3M), polimerizada de três formas distintas: por 20 segundos a uma densidade de

potência de 550 mW/cm<sup>2</sup> (convencional); polimerizada através da forma “soft-start” de polimerização (de 0 a 950 mW/cm<sup>2</sup> em 5 segundos permanecendo nesta densidade de potência pelos 15 segundos restantes); polimerizada por 20 segundos a uma densidade de potência de 950 mW/cm<sup>2</sup> (polimerização em alta potência).

Foram confeccionados 30 corpos-de-prova com dimensões de 2 mm x 2 mm x 10 mm, com uma resina composta de composição microhíbrida (Filtek Z250 – 3M) por meio de uma matriz de teflon na cor preta (Figura 1) variando a forma de polimerização conforme mencionado anteriormente.



**Figura 1. inserção da resina composta na matriz de teflon**

Para a polimerização do grupo Controle (polimerização convencional) foi utilizado o fotopolimerizador Degulux Soft Start (Degussa); o grupo chamado de Soft (polimerização “soft-start”) utilizou o aparelho Jet Light (J. Morita), no programa Rump up; o grupo chamado de Standart utilizou o mesmo aparelho descrito no grupo anterior, porém no programa Standart.

Após a confecção dos espécimes, estes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas antes do ensaio de flexão, conforme normas da ISO 4049 de 1988.

O teste de resistência flexural utilizado foi o teste dos três pontos, realizado em uma máquina Mini 4442 (Instron), com célula de carga máxima de 500N, a uma velocidade de 0,5 mm/min.

## Resultados e Discussão

Os dados originais foram transformados em MPa e receberam tratamento estatístico como se segue.

Foi realizado o teste estatístico ANOVA, com um único fator de variação ao nível de significância de 5% (Tabela 1).

**Tabela 1. Teste ANOVA referente à comparação das fontes ativadoras**

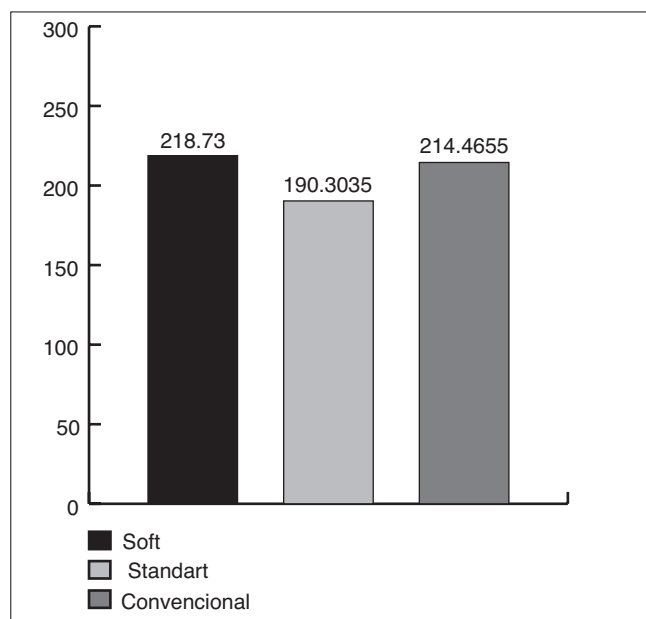
| Fonte de variação | SQ       | gl | MQ       | F        | valor-P  | F crítico |
|-------------------|----------|----|----------|----------|----------|-----------|
| Entre grupos      | 4700.18  | 2  | 2350.09  | 4.932381 | 0.014933 | 3.354161  |
| Dentro dos grupos | 12864.46 | 27 | 476.4616 |          |          |           |
| Total             | 17564.64 | 29 |          |          |          |           |

Pelo teste ANOVA foi possível verificar que existe diferença estatisticamente significativa entre as amostras. Como o valor de F obtido (4,93) foi maior do que o valor de F crítico (3,35) deve-se rejeitar a hipótese de igualdade das amostras. Com o teste complementar de Tukey verifica-se que a diferença entre as médias encontradas será considerada significativa (ao nível de 5%) quando for maior do que 24,23. Pela Tabela 2 pode-se comparar os grupos estudados, verificando que existe diferença entre a forma de ativação Soft e o método Standart. Entre o método Convencional e a ativação Soft não houve diferença estatisticamente significativa, da mesma maneira que entre o grupo Convencional e o grupo Standart esta diferença também não foi significativa.

**Tabela 2. Comparação das diferenças das médias com o valor crítico de Tukey**

|          | Soft         | Standart     | Tukey 5% |
|----------|--------------|--------------|----------|
| Standart | sig. (28,42) | xxx          | 24,23    |
| Controle | n.s. (4,26)  | n.s. (24,16) |          |

No Gráfico 1 tem-se as médias e os respectivos desvios-padrões dos grupos, onde os maiores valores foram conseguidos pelo grupo Soft (218,73 ± 21,76 MPa). O grupo Convencional (214,46 ± 20,11 MPa) e o grupo Standart (190,30 ± 23,48 MPa) não tiveram uma diferença estatisticamente significativa.



**Gráfico 1. Média com os desvios-padrões dos grupos testados**

Com esses resultados parece acertada a afirmação de que a densidade de potência dos aparelhos de fotopolimerização interfere na qualidade da polimerização das resinas compostas<sup>3</sup>, apesar de que se pode perceber que o tempo de ativação também é um fator a ser levado em consideração. A potência das fontes ativadoras é um dos parâmetros que devem ser considerados para a avaliação

da fotoativação dos materiais resinosos. Quando o tempo é relacionado com a potência das fontes ativadoras (densidade de potência) percebe-se variações no grau de polimerização<sup>1</sup>. Quando se compararam os resultados desta pesquisa com os obtidos por Peutzfeldt *et al.*<sup>13</sup> (2000), a dependência do tempo de ativação parece bastante clara, já que os autores utilizando um aparelho de polimerização de arco de plasma, que possui densidade de potência de 1320 mW/cm<sup>2</sup>, não tiveram resultados muito satisfatórios. A explicação para esse fato foi o tempo de ativação utilizado. Apesar da alta densidade de potência, o tempo de ativação foi de apenas 3 segundos, explicando a afirmação anterior.

Por outro lado, Matson<sup>11</sup> em 2003, verificou que a polimerização conseguida com o laser de Argônio (132,7 mW/cm<sup>2</sup> por apenas 10 segundos) foi igual a conseguida pela luz halógena (550 mW/cm<sup>2</sup> por um período de 20 segundos). O autor justifica seus resultados pela qualidade da luz emitida pelos aparelhos estudados. Como o laser trabalha em uma faixa de comprimento de onda bastante estreita (467 a 501 nm) necessita de menos densidade de potência para chegar no pico de 455 nm.

Mehl *et al.*<sup>12</sup> (1997) avaliaram as propriedades mecânicas de resinas compostas quando ativadas pelo método "soft-start", que consiste em ativações iniciais com densidade de potência reduzida, terminando a polimerização com densidade de potência total. Trabalharam com o pico de densidade de potência em 450 mW/cm<sup>2</sup>, iniciando com densidades variadas (de 13 a 80% da densidade total), por períodos de 20 a 40 segundos. Quanto à resistência flexural conseguida os autores tiveram resultados semelhantes aos desta pesquisa, já que com densidade de potência inicial de 60% da densidade total os resultados foram superiores à polimerização com 100% da densidade de potência (450 mW/cm<sup>2</sup>).

Esses resultados foram relacionados à formação de cadeias poliméricas mais longas, que resultam em melhores propriedades mecânicas. Neste trabalho, no grupo Soft os valores encontrados foram superiores inclusive ao modo "Standart". Explicam-se esses resultados pela associação de uma técnica de polimerização "soft" com os altos valores de densidade de potência que o aparelho utilizado possui.

O fato do grupo Standart apresentar resultados semelhante ao grupo Controle vem de encontro a vários trabalhos<sup>5,16,19-20</sup>. Segundo estes autores não há diferenças significantes nas propriedades mecânicas de resinas compostas quando se utiliza a luz halógena com intensidade convencional e alta intensidade, desde que se mantenha por um tempo mínimo de ativação, permitindo uma densidade de potência mínima<sup>1</sup>.

## Conclusão

Pelos resultados pode-se verificar que a resistência flexural da resina estudada foi aumentada quando a ativação com um programa de polimerização que emite densidade de potência crescente até a faixa de 950 mW/cm<sup>2</sup> foi utilizada, o que pode ser entendido como maior grau de conversão da resina composta. Já a poli-

merização da resina composta estudada com uma alta densidade de potência, de 950 mW/cm<sup>2</sup> foi semelhante

à polimerização com aparelhos de densidade de potência média, de 550 mW/cm<sup>2</sup>.

### Referências

1. Belan LC. Microdureza da resina composta ativada com luz halógena e laser de argônio na técnica pulso-espera [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2004.
2. Burges JO, Degoes M, Walker R, Ripps AH. An evaluation of four light-curing units comparing soft and hard curing. *Pract Periodont Aesthet Dent*. 1999;11(1):125-32.
3. Carreira AJ, Vieira D. Intensidade de luz através da resina composta. *J Am Dent Assoc Brasil*. 2002;5:245-51.
4. Cook WD, Johannson M. The influence of postcuring on the fracture properties of photo-cured dimethacrylate based dental composite resin. *J Biomed Mater Res*. 1987;21(8):979-89.
5. Emain N, Soderholm KJ, Berghund LA. Effect of light power density variations on bulk curing properties of dental composites. *J Dent*. 2003;31(3):189-96.
6. Gregory WA, Berry S, Duke E, Dennison JB. Physical properties and repair bond strength of direct and indirect composite resins. *J Prosthet Dent*. 1992;68(3):406-11.
7. International Organization for Standardization. ISO 4049: Dentistry – Resin-based filling materials, 1988. Switzerland: ISO; 1992.
8. Kawaguchi M, Fukushima T, Miyazaki K. The relationship between cure depth and transmission coefficient of visible-light-activated resin composites. *J Dent Res*. 1994;73(2):516-21.
9. Knezevic A, Tarle Z, Meniga A, Sutalo J, Picher G, Ristic M. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. *J Oral Rehabil*. 2001;28(6):586-91.
10. Lloret PR. Resistência de união à dentina de diferentes espessuras de resina composta: polimerização com luz halógena X laser de Argônio [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2002.
11. Matson AMFP. Avaliação da resistência flexural de resinas compostas ativadas por luz halógena e laser de argônio [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2003.
12. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. *J Dent*. 1997;25(4):321-30.
13. Peutzfeldt A, Sahafi A, Asmussen E. Characterization of resin composites polymerization with plasma arc curing units. *Dent Mater*. 2000;16(5):330-6.
14. Price RB, Felix CA, Andreou P. Evaluation of a second-generation LED curing light. *J Can Dent Assoc*. 2003;69(10):666-11.
15. Santos MJMC, Souza Jr MHS, Mondelli RFL. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. *JBD*. 2002;1(1):14-21.
16. Soh MS, Yap AU, Yu T, Shen ZX. Analysis of the degree of conversion of LED and halogen lights using Micro-Raman spectroscopy. *Oper Dent*. 2004;29(5):571-7.
17. Unterbrink GL, Muessner R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent*. 1995;23(3):183-9.
18. Verheyen P. Photopolymerization with the Argon laser. *J Oral Laser Appl*. 2001;1(1):49-54.
19. Yap AUJ, Soh MS, Siow KS. Post-gel shrinkage different modes of LED and halogen light units. *Oper Dent*. 2004;29(1):9-15.

20. Yap AUJ, Wong NY, Siow KS. Composite cure and shrinkage associated with high intensity curing light. *Oper Dent.* 2003;28(4):357-64.
21. Yap AUJ, Wong NY, Siow KS. Post-gel shrinkage with pulse activation and soft-start polymerization. *Oper Dent.* 2002;27(1):81-7.
22. Yearn JA. Factors affecting cure of visible light activated composites. *Int Dent J.* 1985;35(3):218-25.

Recebido em 03/3/2006

Aceito em 10/5/2006