

AVALIAÇÃO DE MONÔMEROS ELASTÔMEROS COMO MATRIZ ORGÂNICA DE RESINAS COMPOSTAS PARA RESTAURAÇÃO DENTAL

**VALÉRIA DA CUNHA ELIAS¹; CARLOS ENRIQUE CUEVAS-SUAREZ²;
EVANDRO PIVA³; TATIANA DA S. RAMOS³**

¹ Graduação em Odontologia – Universidade Federal de Pelotas – valeriaelias92@gmail.com

² Programa de Pós-graduação em Odontologia - Universidade Federal de Pelotas – carlosecsuarez@gmail.com

³ Centro de Desenvolvimento e Controle de Biomateriais. Faculdade de Odontologia – Universidade Federal de Pelotas – evpiva@gmail.com; tsrfarma@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Um material compósito pode ser definido como um material multifásico que exibe uma proporção significativa das propriedades das suas fases constituintes de forma que uma melhor combinação de propriedades seja atingida (CALLISTER, 2007). As fases que constituem um compósito são chamadas de: matriz, que é a fase contínua e pode ser polimérica, metálica ou cerâmica; e fase dispersa, que é envolvida pela fase contínua e é geralmente composta por partículas ou fibras. Para um material ser considerado um compósito, suas fases constituintes devem ser quimicamente diferentes e separadas por uma interface distinta (CALLISTER, 2007).

As resinas compostas atuais passaram por modificações em sua estrutura, tipo, formato e quantidade de carga inorgânica (PEUTZFELDT 1997; FERRACANE et al., 1998) e modificações na parte orgânica (FERRACANE 2000; 3M 2000; MOSZNER & SALZ 2001; SIDERIDOU et al., 2002). Elas estão sendo cada vez mais utilizadas como mais uma opção para o tratamento restaurador de acordo com as indicações propriamente ditas (CHUNG; GREENER, 1990). Todavia, para que determinado material restaurador seja aceito e largamente empregado, suas propriedades devem ser clinicamente comprovadas.

Visando a melhoria da contração de polimerização e a tensão associada a este fenômeno, principal causa de falhas das resinas compostas, foram introduzidos recentemente no mercado odontológico novos tipos de monômeros. Os elastômeros Exotanos representam o mais recente avanço na química de uretanos da Esstech (ESSTECH INC, 2016). Eles apresentam características elastoméricas, que podem implicar a mobilidade e a capacidade de relaxar a rede de polímero, o que é importante para aliviar o fenômeno da tensão de contração (YE et al., 2012).

O presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho físico-mecânico dos monômeros Exotanos 9 e 24 quando utilizados como parte da matriz orgânica de resinas compostas fotopolimerizáveis para restauração. A hipótese a testar é se a incorporação destes monômeros na composição de materiais odontológicos irá favorecer as propriedades físicomecânicas das resinas compostas.

2. METODOLOGIA

Foram formuladas resinas experimentais, utilizando diferentes tipos e concentrações de Exotanos na matriz orgânica. Os monômeros exotanos 9 e 24 foram adicionados em percentagens de 10, 20, 30 e 40% em massa totalizando oito grupos experimentais e um grupo controle formado por matriz de BisGMA:TEGDMA. Os monômeros exotanos substituíram parcialmente ao

monômero BisGMA. Como sistema fotoiniciador, foi utilizado um sistema binário de canforoquinona e etil-4-dimetilamino benzoato (0,8 e 1,6 % em massa) e como carga inorgânica 70% em massa de partículas de Vidro de Bário Borosilicato com um tamanho de 0,7 micrômetros com 1% de agente silano.

O grau de conversão de C=C (GC) das resinas experimentais foi avaliado por meio de espectroscopia no infravermelho médio por transformada de Fourier (Prestige-21; Shimadzu, Tóquio, Japão), utilizando um cristal de diamante como dispositivo de refletância total atenuada. A resistência à flexão (σ_f) e módulo de elasticidade (E_f) das resinas experimentais foi avaliada por meio de teste de flexão por três pontos. A sorção de água (W_{sp}) e solubilidade (W_{sl}) foi avaliada de acordo com a norma ISO 4049. Os dados foram analisados através de uma análise de variância de uma via (ANOVA) utilizando um nível de significância de 0,05.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o Exotano 9 o grau de conversão dos materiais com concentrações de 20% e 30% demonstrou um aumento quando comparado com o controle ($p < 0,05$). No entanto, para o Exotano 24 todas as formulações avaliadas apresentaram uma diminuição do GC ($p < 0,05$). O GC dos monômeros dentro da matriz orgânica é um dos determinantes das propriedades deste tipo de materiais restauradores, sendo que enquanto maior seja o GC, maior será a estabilidade do material e o fenômeno da hidrólise de degradação (FERRACANE, 2006), assim como provavelmente irá gerar um material durável com melhoria das propriedades físico-mecânicas (OBICI et al., 2005).

Não existem informações referentes à fórmula química ou peso molecular do Exotano 24. Para o Exotano 9, este também é comercializado com o nome de PEG 400 Uretano dimetacrilato, que se caracteriza por ser um material de alto peso molecular (1139,4 g/mol) e baixa viscosidade 1.855 PaS, esta última característica pode ter contribuído ao aumento do GC, já que uma baixa viscosidade indica uma maior mobilidade na estrutura química dos materiais, permitindo uma maior reatividade e portanto, um aumento no grau de conversão dos materiais (ODIAN, 2004). A falta de informações a respeito do Exotano 24 limita muito a possibilidade de discutir os resultados, porém, devido as características macroscópicas do material, como sua viscosidade semelhante ao BisGMA, pressupõe-se que é um material de alto peso molecular com mobilidade limitada (FERRACANE; GREENER, 1984), o que reduz a sua capacidade para copolimerizar com os demais monômeros presentes na matriz orgânica.

Quanto a resistência à flexão e o módulo de elasticidade, os materiais formulados com o Exotano 9 nas concentrações 10% e 20% tiveram um desempenho semelhante ao controle ($p > 0,05$). A avaliação do Exotano 24 permite observar que apenas o material formulado com uma concentração de 10% teve uma diminuição desta propriedade ($p < 0,05$). A resistência à flexão das resinas compostas depende de variáveis como o conteúdo de carga, a quantidade de iniciadores e o tipo de matriz orgânica (FERRACANE, 2011). Neste caso, a carga e os iniciadores mantiveram-se constantes, pelo qual, as diferenças obtidas entre os materiais podem ser atribuídas às características da matriz orgânica. O Exotano 9 (PEG 400 Uretano dimetacrilato) é um monômero que possui múltiplas ligações éter na sua estrutura, este tipo de ligações favorecem a mobilidade do material, e portanto, permitem a obtenção de polímeros flexíveis (MCMURRY, 2011), além disso, a ausência de grupos funcionais rígidos, tende a aumentar as características elásticas destes materiais. Para o Exotano 24, as concentrações

de 20, 30 e 40% obtiveram um desempenho semelhante a controle. Este resultado parece contradizer ao obtido no teste de GC onde os materiais formulados com este monômero foram inferiores. É possível que o monômero Exotano 24 possua dentro da sua estrutura grupos funcionais que outorguem resistência, ou bem, permitam uma maior capacidade de formar ligações cruzadas, já que se tem demonstrado que a configuração 3-D e reticulação do polímero têm grande influência na resistência mecânica, sendo mais resistentes mecanicamente os materiais que apresentam maior densidade de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas. (SOH; YAP, 2004).

Em relação à sorção de água, os materiais com concentrações de 20%, 30% e 40% de Exotano 9 apresentaram um aumento na absorção de água quando comparado com o controle ($p < 0,05$). Já considerando a solubilidade, os materiais com concentração de 10 e 20% tiveram uma menor solubilidade ($p < 0,05$). Para o Exotano 24, todos os materiais, tanto para sorção de água como para solubilidade, apresentaram um desempenho semelhante ($p > 0,05$). Os materiais poliméricos tendem a desencadear processos de absorção e perda de componentes solúveis, fenômenos conhecidos, respectivamente, como sorção de água e solubilidade (NOORT, VAN, 2011). Estes fenômenos servem como precursores de uma grande variedade de processos que podem deteriorar as propriedades físico-químicas das resinas compostas, comprometendo o desempenho e a durabilidade dos materiais restauradores (TOLEDANO et al., 2003). Entre os fatores do material que podem influenciar as suas características higroscópicas e hidrolíticas encontram-se a densidade de entrecruzamento, a hidrofiliabilidade e a presença de carga inorgânica (FERRACANE, 2006). O Exotano 9 (PEG 400 Uretano dimetacrilato) apresenta múltiplas ligações éter na sua estrutura, a presença destes grupos funcionais, pode explicar o aumento na sorção de água do material, já que é bem conhecido que este tipo de ligação é sumamente hidrofílica (VENZ; DICKENS, 1991). Mesmo não sendo a intenção do trabalho conseguiram-se materiais restauradores com uma sorção de água e solubilidade com valores dentro do permitido pela norma ISO 4049 ($W_{sp} \leq 40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ e $W_{sl} \leq 7,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$).

4. CONCLUSÕES

Os materiais formulados com os monômeros Exotanos 9 e 24 tiveram um desempenho físico-mecânico semelhante ao controle, e por tanto, têm o potencial para serem utilizados como parte da matriz orgânica de resinas compostas fotopolimerizáveis de restauração com maior flexibilidade, permitindo assim um maior relaxamento das tensões geradas no processo de polimerização e também maiores possibilidades de ajustes de viscosidade para desenvolvimento de novos biomateriais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALLISTER, W. D. **Materials Science and Engineering: An Introduction**. 2007.
- CHUNG, K. H.; GREENER, E. H. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. **Journal of oral rehabilitation**, v. 17, n. 5, p. 487–94, 1990. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2146373>>. .
- ESSTECH INC. **EXOTHANE™ Elastomers**. Essington, PA, 2016.
- FERRACANE, J. L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dental Materials**, v. 22, n. 3, p. 211–222, 2006.
- FERRACANE, J. L. Resin composite--state of the art. **Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 27, n. 1, p. 29–38, 2011.
- FERRACANE, J. L.; GREENER, E. H. Fourier transform infrared analysis of degree of polymerization in unfilled resins--methods comparison. **Journal of dental research**, v. 63, n. 8, p. 1093–1095, 1984.
- MCMURRY, J. **Organic Chemistry**. 8th ed. Pekin, China: Brooks/Cole Cengage Learning, 2011.
- NOORT, R. VAN. **Introdução aos Materiais Dentários**. Elsevier Health Sciences Brazil, 2011.
- OBICI, A. C.; SINHORETI, M. A. C.; FROLLINI, E.; SOBRINHO, L. C.; CONSANI, S. Degree of conversion and knoop hardness of Z250 composite using different photo-activation methods. **Polymer Testing**, v. 24, n. 7, p. 814–818, 2005.
- ODIAN, G. G. **Principles of polymerization**. Fourth ed. New York, NY: Wiley, 2004.
- SOH, M. S.; YAP, A. U. J. Influence of curing modes on crosslink density in polymer structures. **Journal of Dentistry**, v. 32, n. 4, p. 321–326, 2004.
- TOLEDANO, M.; OSORIO, R.; OSORIO, E.; et al. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. **Journal of Dentistry**, v. 31, n. 1, p. 43–50, 2003.
- VENZ, S.; DICKENS, B. NIR-spectroscopic investigation of water sorption characteristics of dental resins and composites. **Journal of biomedical materials research**, v. 25, n. 10, p. 1231–48, 1991.
- YE, S.; AZARNOUSH, S.; SMITH, I. R.; et al. Using hyperbranched oligomer functionalized glass fillers to reduce shrinkage stress. **Dental Materials**, v. 28, n. 9, p. 1004–1011, 2012.