

## AVALIAÇÃO DE TRÊS MÉTODOS DE ATIVAÇÃO COMPLEMENTAR SOBRE A DUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS DIRETAS

EVALUATION OF THREE POST-CURE METHODS AT HARDNESS OF DIRECT COMPOSITE RESINS

Alessandra Rodrigues **ARAÚJO\***; Menandro Lima de **MEDEIROS\***; Caroline de Deus Tupinambá **RODRIGUES\*\***; Alessandro Ribeiro **GONÇALVES\*\*\***

\*Cirurgião-Dentista

\*\*Prof. Dra. da disciplina de Dentística da Faculdade Integral Diferencial.

\*\*\*Prof. Adjunto do Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal do Piauí.

### Endereço para Correspondência:

Alessandro Rodrigues Araújo

Rua Visconde de Parnaíba, 2315, apt 1602. ININGA, CEP 64049-570. Teresina-PI

Email: argoncalves@yahoo.com

## RELEVÂNCIA CLÍNICA

A ativação complementar das resinas compostas é uma etapa clínica adicional. O conhecimento do seu real efeito sobre a dureza em diferentes tipos de resinas poderá fortalecer a indicação de sua utilização na prática clínica.

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da ativação complementar utilizando estufa e energia de microondas sobre a dureza Vickers de dois tipos de resinas compostas. Para obtenção das amostras, uma matriz metálica foi posicionada sobre uma placa de vidro e o seu espaço interior foi preenchido com uma das resinas compostas estudadas (Filtek P60 e Filtek Z350) em incremento único. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova para cada grupo a seguir: Grupo I - fotoativação convencional com fotopolimerizador (controle); Grupo II - após a fotoativação convencional, os corpos-de-prova foram levados a uma estufa a 125°C por 10 min; Grupo III - após a fotoativação convencional os corpos-de-prova foram levados individualmente ao microondas e irradiados por 5 min a uma potência de 480W; Grupo IV - após a fotoativação convencional os corpos-de-prova foram colocados individualmente no microondas imersos em 200ml de água destilada e irradiados por 5 min a uma potência de 480W. Os dados obtidos a partir das médias foram submetidos à análise de variância estatística (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey (5%). Observou-se que para a resina Filtek P60, os diferentes métodos de polimerização adicional obtiveram resultados significativamente maiores em relação ao grupo controle, sendo o grupo IV o que se obteve o melhor resultado. Para a resina Filtek Z350 não houve diferença entre os grupos. Levando em consideração a propriedade de microdureza, a ativação complementar por meios como microondas e estufa podem trazer benefícios às propriedades mecânicas de determinadas resinas, como os encontrados para a resina Filtek P60.

**Palavras-chave:** Dureza, Resina Composta, Microondas.

## SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate Vickers hardness of two composite resins after post-cure at stove or with energy of microwaves. For obtaining of the samples, a metallic matrix was positioned on a glass plate and its interior space was filled with one of the studied composed resins (Filtek P60 and Filtek Z350) in only one increment. They were made 10 samples for each group to proceed: Group I - conventional light cure (control); Group II - after the conventional light cure, the samples were taken to a stove for 10 min at 125°C; Group III - after the conventional light cure, the samples were individually irradiated in microwaves for 5 min at 480W; Group IV - after the conventional light cure, the samples were placed individually in microwaves immersed in 200 ml of distilled water and irradiated for 5 min at 480W. The obtained data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the Tukey's test (5%). It was found that for the Filtek P60 resin, the different methods of post-cure resulted in higher hardness in comparison of control's group. The group IV obtained the best result. For the Filtek Z350 resin there was not difference among the groups. For hardness property, the post-cure activation using microwaves and stove can bring benefits in mechanical properties of specific resins, as found them for the Filtek P60 resin.

**Key words:** Hardness, Composite Resin, Microwaves.

## INTRODUÇÃO

A resina composta representa um material restaurador de uso clínico crescente. O trabalho de Beazoglou et al.<sup>1</sup> constatou a utilização crescente da resina composta na prática clínica, demonstrando até mesmo superação ao amálgama em restaurações diretas de dentes posteriores. As indicações para o uso das resinas compostas têm se ampliado em decorrência principalmente da melhora de suas propriedades mecânicas e químicas, assim como pelas vantagens desse material como: estética, resistência aceitável, aumento da resistência dental após restauração e conservadorismo dos preparos cavitários.<sup>2</sup> Atualmente as resinas são utilizadas para restaurações diretas e indiretas de dentes anteriores e posteriores.

As resinas compostas indiretas de laboratório, também conhecidas como cerômeros, representaram uma grande evolução para a prática clínica, surgindo como uma alternativa aos materiais restauradores indiretos tradicionais como metais, cerâmicas, metaloplásticas e metalocerâmicas. Posteriormente, estudos<sup>3-5</sup> mostraram a viabilidade da utilização de resinas compostas de uso direto em preparos indiretos. Desta maneira, alguns tipos de resinas compostas de uso direto aumentaram sua indicação podendo também ser utilizadas para restaurações indiretas.

A descoberta da possibilidade do uso de resina direta em preparos indiretos foi importante, pois abriu o leque de opções dessas resinas em restaurações indiretas através da técnica semi-indireta e indireta. Na técnica semi-indireta preparos indiretos do tipo inlay, onlay e overlay são realizados e o dentista tem a possibilidade de realizar as

restaurações indiretas com resina de uso direto no próprio consultório<sup>3-5</sup>. Muitos estudos<sup>6-9</sup> demonstram que a polimerização adicional melhora as propriedades mecânicas das resinas compostas, em decorrência da maior conversão dos monômeros em polímeros. Essa polimerização adicional das resinas pode ser realizada por equipamentos específicos para este fim geralmente encontrados em laboratórios de prótese, como também por equipamentos alternativos disponíveis em qualquer consultório odontológico, como: autoclave, microondas ou estufa. Arossi et al.<sup>7</sup> (2007) testou a eficiência de métodos de polimerização complementar alternativos em resinas diretas e concluiu que, a polimerização complementar em autoclave, microondas ou estufa foi eficiente e aumentou a microdureza da resina previamente fotopolimerizada.

Novos tipos de resinas são lançadas no mercado a cada dia, as resinas de nanopartículas são um exemplo. É importante investigar se essas resinas indicadas pelo fabricante para uso direto em dentes anteriores e posteriores e para restaurações indiretas preenchem os requisitos para tais indicações. Por outro lado, é válido também verificar a eficiência de meios complementares de polimerização como a autoclave, estufa e microondas já que a composição química das resinas nanoparticuladas difere em alguns componentes de certas resinas microhíbridas e microparticuladas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da ativação complementar utilizando estufa e energia de microondas sobre a dureza de dois tipos de resinas compostas (híbrida e nanoparticulada).

## MATERIAL E MÉTODO

### Obtenção dos corpos de prova

Para obtenção dos corpos de prova de resina utilizou-se um matriz metálica circular bipartida confeccionada com diâmetro externo de 2 cm, com um orifício interno de 1cm de diâmetro (Figura 1). O conjunto era mantido em posição por uma matriz circular metálica perfurada com o diâmetro da perfuração de 2cm e o externo de 3cm (Figura 2).

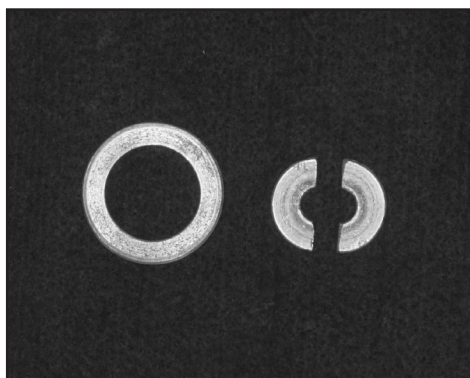


Figura 1-Partes da matriz metálica



Figura 02- Matriz metálica montada

As resinas composta utilizadas foram: 1) Filtek P60(3M ESPE) - compósito híbrido, desenvolvido para restaurações diretas e indiretas em dentes posteriores e 2) Filtek Z350 (3M ESPE) - compósito nanopartículado, desenvolvido para uso em restaurações diretas em dentes anteriores e posteriores e para restaurações indiretas de inlay, onlay e facetas.

A matriz foi posicionada sobre uma placa de vidro e o seu espaço interior foi preenchido com uma das resinas compostas estudadas em incremento único. Sobre a superfície superior foi posicionada uma tira de poliéster e polimerizou-se por

60s utilizando o aparelho foto polimerizador Kondortech modeloCL-K200. Foi utilizado um radiômetro Demetron Modelo 100 (Demetron Research Corp.,USA) para a aferição da intensidade de luz do aparelho.

Foram confeccionados 80 corpos-de-prova, sendo 40 para cada material restaurador. A seguir, os corpos-de-prova foram divididos em 4 grupos:

Grupo I - fotoativação convencional (controle);

Grupo II – após a fotoativação convencional, os corpos-de-prova foram levados a uma estufa (Fanem modelo 311CG) a 125°C por 10 min;

Grupo III – após a fotoativação convencional os corpos-de-prova foram levados individualmente ao microondas (Panasonic NNS566) e irradiados por 5 min a uma potencia de 480W;

Grupo IV – após a fotoativação convencional os corpos-de-prova foram colocados individualmente no microondas imersos em 200 ml de água destilada e irradiados por 5 min a uma potencia de 480W.

Em seguida todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  por sete dias em um recipiente à prova de luz.

### Teste de dureza

Os testes de microdureza Vickers foram realizados com auxílio de um microdurômetro BUEHLER Lake Bluff, Illinois, USA com carga de 100gf, durante 30 segundos. Foram realizadas 3 impressões, sendo uma central e duas nas extremidades, em cada corpo-de-prova. Antes da realização dos ensaios de microdureza, os corpos-de-prova não passaram por acabamento nem polimento.

### Análise estatística

Os dados obtidos a partir das médias foram submetidos à análise de variância estatística (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ao nível de 5,0% de significância.

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta a média e desvios padrões das resinas testadas.

Tabela 1: Média e desvio padrão de Dureza Vikers dos grupos experimentais de acordo com tipo de resina composta.

A tabela 1 apresenta a média e desvios padrões das resinas testadas.

Tabela 1: Média e desvio padrão de Dureza Vikers dos grupos experimentais de acordo com tipo de resina composta.

	Filtek P60		FiltekZ350	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Grupo I	79,57 (A)	3,03	71,67 (d)	2,42
Grupo II	86,77 (B)	3,45	73,58 (d)	4,15
Grupo III	84,39 (B)	4,92	76,25 (d)	8,6
Grupo IV	90,89 (C)	3,82	71,66 (d)	2,09

Letras diferentes significam diferença estatisticamente significativa ( $\alpha=0,5$ ) de acordo com o Test T.

Após análise estatística observou-se que para a resina Filtek P60, os diferentes métodos de polimerização adicional obtiveram resultados significantes em relação ao grupo controle, sendo que entre os grupos 2 e 3 não se obteve uma diferença estatisticamente significativa e o grupo 4 foi o que se obteve o melhor resultado. Já para a Filtek Z350 nenhum dos grupos obteve resultados significantes em relação ao grupo controle.

## DISCUSSÃO

A partir dos resultados foi possível perceber que para a resina Filtek P60, os métodos de ativação complementar testados (estufa, microondas a seco e microondas úmido) promoveram aumento significativo da microdureza da resina. O aumento da microdureza de resinas diretas promovidas por diferentes métodos de ativação complementar foram, também, encontrados em outros trabalhos de pesquisa<sup>6-10</sup>. A maior dureza nos corpos-de-prova submetidos à polimerização adicional por calor pode ser explicada devido ao aumento do grau de conversão das resinas submetidas a temperaturas que se aproximem à temperatura de transição vítrea, ocorrendo maior mobilidade dos monômeros livres, maior flexibilidade das cadeias poliméricas e um aumento da energia cinética dos monômeros livres o que resulta em novas reações dos radicais ativados. Isso proporciona um maior número de ligações cruzadas da matriz orgânica, acarretando um compósito de maior estabilidade e rigidez determinando maior microdureza. Além disso, durante o processo de polimerização complementar pelo calor, ocorre uma evaporação de cerca de 1,3% da porção orgânica da matriz e uma diminuição da liberação de monômeros livres para o meio, proporcionando um material com menos constituintes de propriedades pobres e com maior biocompatibilidade<sup>6-7</sup>.

A dureza significativamente maior do grupo IV da resina Filtek P60 com relação aos demais grupos de ativação complementar foi uma surpresa. Durante a irradiação, a energia de microondas é absorvida pelo objeto irradiado e instantaneamente transformada em calor<sup>11,12</sup>. Talvez essa maior dureza encontrada deva-se ao fato da energia de microondas ter provocado uma maior produção de calor pela agitação das moléculas de água, auxiliando no maior grau de conversão dos monômeros em polímeros. No levantamento realizado, nenhum artigo utilizou o método de microondas em meio úmido, sendo importante a realização de outros trabalhos para confirmar a superioridade deste meio complementar de ativação nas propriedades da resina compostas.

Esperava-se que a resina Filtek Z350 apresentasse comportamento semelhantes ao da resina Filtek P60, com relação ao aumento da dureza nos grupos de ativação complementar. Esse resultado foi uma surpresa, pois nos artigos levantados a ativação complementar promoveu<sup>6-7,10,13</sup> melhoria na dureza dos corpos de prova testados para resinas de uso direto. Talvez a composição química deste material tenha determinado este comportamento.

Com a evolução dos materiais restauradores, surgiram as resinas à base de UDMA (uretano dimetacrilato) e Bis-EMA (bisfenol A polietileno-glicol diéter dimetacrilato). Este tipo de resina apresenta um peso molecular maior do que a convencional a base de Bis-GMA e TEGDMA. Em consequência, elas apresentam menor quantidade de duplas ligações por unidade de peso, que permite que este material apresente maior grau de conversão quando expostas à luz, menor contração de polimerização e menor absorção da água<sup>2</sup>. Nos materiais onde é encontrado um elevado grau de conversão já na fotoativação convencional, existe pouca tendência em um aumento no grau de conversão após a polimerização adicional.

Além disto, a ativação complementar pode aumentar o grau de conversão sem necessariamente influir de maneira significativa em um aumento das propriedades físicas e mecânicas da resina composta<sup>14</sup>. Características como alto peso molecular, alta viscosidade e baixa flexibilidade conferem ao monômero BIS-GMA um baixo grau de conversão à temperatura ambiente. Assim, monômeros diluentes como o TEGDMA ou EGDMA, são incorporados à formulação das resinas à base de BIS-GMA. TEGDMA na matriz orgânica resulta em um aumento da resistência à flexão, além de uma redução do diluente TEGDMA tornar a resina composta mais viscosa, o que torna mais fácil sua utilização em dentes posteriores<sup>2</sup>. Esta afirmação concorda com os achados de Loguercio et al<sup>15</sup> (2001) que relataram que a adição de UDMA em detrimento do TEGDMA (caso do compósito Filtek P-60) promoveu uma melhoria das propriedades mecânicas em relação aos compósitos à base de BIS-GMA, além de apresentarem um maior grau de conversão.

Essas informações podem justificar a diferença de comportamento entre as resinas Z350 e P60, frente os tratamento empregados, tendo em vista que a Z350 é composta por BIS-GMA, UDMA, TEGDMA e bis-EMA e a P60 somente por BIS-GMA, UDMA e BIS-EMA.

A resina Filtek Z350 é uma resina nanoparticulada. A nanotecnologia é uma das mais recentes inovações e permitiu a produção de estruturas e materiais utilizando partículas com dimensões entre 0,1 e 100 nanômetros<sup>2</sup>. Tecnologia esta, que está presente na resina Filtek Z350. Infelizmente, ainda há poucos dados na literatura que descrevam e comparem o desempenho exato deste tipo de material.

Levando em consideração a propriedade de microdureza, a ativação complementar por meios como microondas e estufa podem trazer benefícios nas propriedades mecânicas de determinadas resinas, como os encontrados para a resina Filtek P60. Porém, mais estudos devem ser feitos para comprovar os benefícios de uma ativação adicional para as resinas do tipo nanoparticulada

## CONCLUSÃO

Dentro das limitações desse estudo, podemos concluir que:

1. Para a resina Filtek P60, a ativação complementar, pelos diversos métodos empregados resultaram em um aumento significativo da microdureza.
2. Para a resina Filtek P60 o melhor método de ativação complementar foi a de microondas em meio

úmido.

3. Para a resina Filtek Z350 os métodos de ativação complementar não produziram aumento significativo na dureza.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araraquara por permitir utilizar a Máquina de Dureza.

Agradecemos o apoio financeiro do Programa de Iniciação Científica da UFPI, essencial para a realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Beazoglou T, Eklund S, Heffley D, Meiers J, Brown LJ, Bailit H. Economic Impact of Regulating the Use of Amalgam Restorations. Public Health Rep. 2007; 122(5):657-63.
2. Reis A, Louguercio AD, Bittencourt DD, Góes MF. Resinas Compostas. In: Materiais Dentários Diretos-dos Fundamentos à Aplicação. São Paulo:Ed.Santos; 2007. p. 137-80.
3. Moraes D, Rank RSIC, Imparato, JSP. Reconstrução de molares decíduos com restauração indireta em resina composta/restoration of primary molars with indirect restoration with composite resin. 2005; 10(2):51-4.
4. Pereira NRS, Matson E, Matos AB. Estudo da resistência ao cisalhamento de três tipos de resinas fotopolimerizáveis indicadas para dentes posteriores. RPG.2001; 8(1):15-22.
5. Silva CHV, Menezes Filho PF, Souza FB. Restauração indireta em resina composta - Uso do calor na polimerização adicional. Odontol Clin Cient. 2007; 6(1): 85-9.
6. Arossi GA. Avaliação da microdureza superficial de resinas compostas submetidas a diferentes métodos de polimerização complementar. [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Universidade Luterana do Brasil, 2004.

7. Arossi GA, Ogliari F, Samuel SMW, Busato ALS . Polimerização complementar em autoclave, microondas e estufa de um compósito restaurador direto. Rev Odonto Ciênc. 2007; 56(22): 177-80.
8. Brosh T. et al. The influence of surface loading and irradiation time during curing on mechanical properties of a composite. J Prosthet Dent. 1997; 77(6):573-7.
9. Covington JS, McBride BS. The autoclaved composite inlay - A useful office-produced restoration. J Tenn Dent Assoc. 1990; 70(3): p. 10-3.
10. Adabo GL, Cruz CAS, Zanarotti E. Estudo da influência de diferentes métodos de polimerização complementar sobre a dureza de resinas compostas fotoativadas. Odonto .2000;.1(1);, p.38-42.
11. De Clerck JP. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prosthesis. J Prosthet Dent. 1987;57(5): p. 650-58.
12. Keenan PIJ, Radford DR, Clark RKF. Dimensional change in complete dentures fabricated by injection molding and microwave processing. J Prosthet Dent. 2003; 89 (1): 37-44.
13. Martins Júnior LO. Influência de duas técnicas de ativação complementar de uma resina composta direta/indireta comparadas a uma resina composta laboratorial na resistência ao dobramento e na microdureza Vickers. [Dissertação de Mestrado]. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.
14. Peutzfeldt A, Asmussen E. Effect of temperature and duration of postcure on selected mechanical properties of resin composites containing carboxylic anhydrides. Scand J Dent Res. 1992; 100(5): p. 296- 8.
15. Loguercio AD et al. Avaliação de propriedades mecânicas de diferentes resinas compostas. Rev Bras Odontol. 2001; 58(6): p. 382-5.