

Influência da polimerização adicional na microdureza de compósitos diretos para uso indireto: estudo *in vitro*

Influence of additional polymerization on the microhardness of direct composites for indirect use: in vitro study

Carlos Henrique Camilo Marcehsan^I, Angela Isabel dos Santos Dullius^{II},
Vinícius Pinheiro Nunes^{III}, Gislaíne Rosa Biachi^{IV}

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da polimerização adicional com micro-ondas e autoclave sobre a microdureza de 3 diferentes marcas comerciais de resina composta comparada ao cerômero. Foram confeccionados corpos de prova cilíndricos (6mm x 3mm) com uma matriz bipartida, divididos em 10 grupos de 13 corpos, com: fotoativação(luz LED na superfície de topo-40s; fotoativação LED + microondas(500W por 3min) imersos em 100ml de água destilada e fotoativação LED + autoclave (ciclo completo). O grupo cerômero foi ativado conforme a recomendação do fabricante. Os corpos de prova passaram por sequência de acabamento e polimento sendo armazenados com um algodão umedecido em água destilada por 24h. Foram levados ao microdurômetro (três endentações, carga de 50g/15s). Foi realizada a análise de variância (ANOVA), com post hoc, Games Howell ao nível de 5%. Verificou-se que o cerômero não diferiu dos grupos Z250 foto e microondas, mas foi inferior ao grupo Z250 com autoclave, sendo a microdureza desse foi maior que os demais grupos. O grupo da Tetric foi inferior a todos os demais grupos. Conclui-se que os métodos de polimerização adicionais promoveram aumento da microdureza superficial da resina Z250 e esta não apresentou diferença de microdureza quando comparada ao cerômero.

Palavras-chave: Resinas Compostas; Polimerização adicional; Microdureza.

ABSTRACT

The aim of this study was to verify the effect of additional polymerization with microwave and autoclave on the microhardness of 3 different commercial brands of composite resin compared to the ceromere. Cylindrical specimens (6mm x 3mm) were made with a split matrix divided into 10 groups of 13 bodies, with: Photoactivation (LED light on the top surface-40s; photoactivation LED + microwave (500W per 3min) immersed in 100ml distilled water and Photoactivation LED + autoclave (full cycle). The Ceromere group was activated according to the manufacturer's recommendation. The specimens went through a finishing and polishing sequence being stored with a cotton moistened in distilled water for 24h. They were taken to the microhardness meter (three dentations, 50g/15s load). The analysis of variance (ANOVA) was performed with post hoc Games Howell at a level of 5%. It was verified that the ceromere did not differ from the groups Z250 photo and microwave, but was inferior to the Z250 group with autoclave, and the microhardness of this was higher than the other groups. The Tetric group was inferior to all other groups. It was concluded that the additional polymerization methods promoted an increase of the superficial microhardness of the Z250 resin and this did not present a difference of microhardness when compared to the Ceromere

Keywords: Composite Resins; Additional polymerization; Microhardness.

^I Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. E-mail: carloshcmarchesan@live.com.

^{II} Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. E-mail: angeladullius@gmail.com.

^{III} Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. E-mail: angelaansuj@yahoo.com.

^{IV} Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. E-mail: vini.estadistica@gmail.com.



1 INTRODUÇÃO

A Odontologia sempre procurou tratar o paciente de maneira integral, buscando prevenir e tratar problemas bucais, tendo em vista proporcionar uma melhora na qualidade de vida. Nesse sentido, uma preocupação constante dessa área é a busca por tratamentos funcionais e estéticos, que consigam devolver ao paciente uma condição bucal adequada. Dessa forma, ao longo dos anos, as reabilitações bucais sofreram alterações significativas graças ao desenvolvimento de diferentes materiais restauradores e tecnologias (CONRAD et al., 2007).

Devido ao aumento da exigência estética por parte dos pacientes, concomitantemente com a evolução dos materiais odontológicos e com o aperfeiçoamento das técnicas restauradores, as resinas compostas se mostraram como um material biocompatível, resistente a fraturas e com estética adequada. Assim, estão cada vez mais sendo utilizadas em reabilitações bucais superando o uso do amálgama em restaurações diretas de dentes posteriores. Atualmente, além da utilização das resinas compostas em restaurações diretas, esse material tornou-se uma alternativa de tratamento para a confecção de restaurações indiretas de dentes anteriores e posteriores (BEAZOGLU et al. 2007; REIS et al., 2007).

Alguns materiais vêm recebendo atenção científica especial, o que é demonstrado pelo seu desenvolvimento e evolução. Dentre eles, destacam-se as resinas indiretas ou resinas compostas laboratoriais. Sistemas de resinas compostas indiretas foram introduzidos na tentativa de solucionar alguns dos problemas presentes nas restaurações de cerâmica e nas resinas convencionais. Essa tendência restauradora laboratorial tem sido usada para casos de ampla destruição dental, assim como em pequenas ausências dentais, resultando em grande número produtos comerciais disponíveis no mercado. (GARCIA et al., 2006)

A crescente busca do conhecimento em relação ao comportamento das restaurações indiretas confeccionadas com resinas compostas se deve por ser uma opção de reabilitação com valor mais acessível ao paciente que as restaurações indiretas confeccionadas com cerômeros ou cerâmicas. Outro fator importante para o paciente e para o profissional é o tempo necessário para a realização de um adequado

tratamento, o que se apresenta como mais uma das vantagens da resina composta em relação a outros materiais (SOARES et al., 2005).

A possibilidade de se utilizar resinas compostas para a confecção de *inlays* no próprio consultório, diminuindo a etapa laboratorial, vem sendo descrita na literatura como uma opção viável (SOARES et al., 2005). Estudos que buscam verificar o desempenho clínico das restaurações indiretas confeccionadas com resinas compostas têm demonstrado resultados diferentes quando se verificam as várias marcas de resinas e formas de polimerização (direta ou direta com polimerização adicional extra-bucal) (EMAMI & SODERHOLM, 2003, KAKABOURA et al., 2003; ARAÚJO et al., 2009).

A polimerização adicional das resinas compostas pode ser realizada por equipamentos específicos para este fim, normalmente encontrados em laboratórios de prótese, como também por equipamentos alternativos disponíveis em qualquer consultório odontológico, como: autoclave, microondas ou estufa (AROSSO et al., 2007).

Paralelamente com novas técnicas de fotoativação, existem cada vez mais diferentes tipos de aparelhos no mercado atual, que possibilitam ao cirurgião-dentista inúmeras formas de procedimentos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas (SANTOS et al., 2002).

Nesse contexto, o presente estudo visa, através de uma análise laboratorial, verificar se existe diferença na microdureza resinas diretas confeccionadas com diferentes marcas de resina composta e com diferentes tratamentos de polimerização adicional, tendo em vista a supressão da etapa laboratorial comumente necessária para uma restauração indireta e com isso visando um melhor custo-benefício para o paciente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados, bem como algumas de suas características, estão listados no Quadro 1.

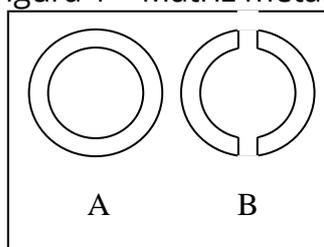
Quadro 1 – Características dos materiais reustauradores utilizados nesse estudo

Resina	Composição da carga inorgânica	Tamanho da partícula	Fabricante
Filtek Z250 A3.5 corpo	Zircônia e sílica	0,01 - 3,50 μm e tem o tamanho médio de 0,6 μm	3M
Tetric Ceran A3.5 corpo	Triflúor de istérbio + vidro de silicato de flúor -boro-alumínio + vidro de bário + dióxido de silício	0.04 - 3.0 μm	Ivoclar Vivadent
Charisma A3.5 corpo	Partículas de vidro de bário	0,7- 2 μm	Heraeus-Kulzer
Solidex A3.5 corpo	Micro carga de cerâmica	43 - 53 μm	Shofu

2.1 Obtenção dos Corpos de Prova

Foram confeccionados corpos de prova cilíndricos (6 mm x 3 mm) com uma matriz plástica bipartida (Figura 1-B), posicionada dentro de um anel de metal (Figura 1-A).

Figura 1 – Matriz metálica, figura 1(a) e figura 1 (b)



A matriz metálica foi posicionada sobre uma placa de vidro e em seu espaço interior foi adaptada a matriz plástica bipartida, preenchida com uma das resinas compostas estudadas em dois incrementos, sendo cada um polimerizado em topo, sendo que sobre a superfície superior foi posicionada uma tira de poliéster e a polimerização realizada por 40s com fotopolimerizador de luz LED (Ultra Blue IV). Os corpos de prova passaram por acabamento e polimento das superfícies com discos soflex com granulações grossa a ultrafina (ESPE), com leve pressão e polimento com disco de feltro (Cosmedent) e pasta para polimento (Enamelize/Cosmedent).

2.2 Métodos de Polimerização

Para todos os grupos foram confeccionados 13 corpos de prova, sendo o grupo controle com resina laboratorial (cerômero): Solidex sendo 39 para cada tipo de resina, em que foram divididos em grupo que recebeu somente fotopolimerização, grupo com polimerização adicional com microondas e grupo com polimerização adicional com autoclave. Sendo o Grupo Controle com fotoativação convencional segundo fabricante.

A polimerização adicional com micro-ondas foi realizada colocados com os corpos de prova imersos em 200 ml de água destilada e irradiados por 5 min a uma potência de 480W. E, a polimerização adicional com a autoclave (Cristófoli Vitale 12l) foi por 30 min. à temperatura de 121°, completando o ciclo de secagem em 45 min.

Em seguida todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada em estufa $37 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24h em um recipiente à prova de luz.

2.3 Teste de Microdureza

Antes da realização dos ensaios de microdureza, os corpos-de-prova passaram por acabamento e polimento. As mensurações foram realizadas por dois observadores, treinados e calibrados, até se obter um coeficiente de correlação intraclasse ótimo: ICC intra-observador=1,0 e ICC inter-observadores=0,99.

Os testes de micro dureza Knoop foram realizados com auxílio de um microdurômetro (Mod.HVS-10 -Pantec), com carga de 50gf, durante 15 segundos. Foram realizadas 3 impressões, em cada corpo-de-prova, e observou-se a média dessas medidas.

2.4. Análise Estatística

Procedeu-se análise de variância (ANOVA) com teste post hoc Games Howell, para detectar entre quais grupos houve diferença. O nível de significância foi de 5%.

3 RESULTADOS

Após as três mensurações de microdureza Knoop para cada corpo de prova, tomou-se a média das três endentações e realizou-se a estatística descritiva, segundo os grupos, descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Estatística descritiva para os grupos e teste de Normalidade (n=13 por grupo)

Grupo	Média (KHN)	Desvio-padrão (KHN)	Normalidade ^{*,§}
Resina Charisma Microondas (1)	71,42	13,04	0,441
Resina Tetric Microondas (2)	66,14	8,04	0,920
Resina Z250 microondas (3)	125,66	12,57	0,956
Resina Z250 autoclave (4)	152,90	17,71	0,260
Resina Z250 foto (5)	129,45	21,50	0,441
Resina Charisma foto (6)	50,77	9,96	0,704
Resina Charisma autoclave (7)	94,49	6,23	0,220
Resina Tetric foto(8)	47,39	4,92	0,948
Resina Tetric autoclave (9)	35,39	1,03	0,953
Resina Solidex (10)	132,64	4,47	0,833

*Teste Shapiro Wilk (normalidade se $p > 0,05$)- § Teste de Levene para homogeneidade ($p = 0,000$)

Verificou-se pela análise de variância (ANOVA) - Quadro 3, que pelo menos dois grupos diferem entre si ($p=0,000$), então procedeu-se o teste post hoc, para detectar entre quais grupos houve diferença. O nível de significância foi de 5%.

Quadro 3 – Análise de variância

	Soma dos quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F	Significância
Entre os Grupos	206283,675	9	22920,408	182,731	0,000
Dentro do Grupo	15051.898	120	125,432		
Total	221335,573	129			

Nível de significância de 5%

Nas comparações múltiplas, observou-se que o grupo RTA foi o grupo que obteve a pior dureza e essa foi significativamente inferior a todos os demais grupos ($p<0,05$).

O grupo RS (cerômero/indireto) apresentou-se estatisticamente melhor que os grupos RCM; RTM; RCF; RCA; RTF e RTA, mas, entretanto não diferiu dos grupos RZM e RZF, mas teve dureza significativamente inferior ao grupo RZA. De modo geral, o grupo RZA (Z250 com autoclave) foi melhor, teve uma dureza significativamente maior que os demais grupos, com exceção do grupo RZF do qual não diferiu.

4 DISCUSSÃO

As características mecânicas das resinas compostas podem ser estudadas através do ensaio de microdureza (Marchan et al., 2011) como foi efetuado no presente estudo. A fotoativação convencional das resinas microhíbridas nesse estudo foi feito com um aparelho fotopolimerizador de luz LED (Ultra Blue IV) que permite polimerização e consequentes valores de microdureza equivalentes ao dos aparelhos halógenos convencionais segundo Ribeiro et al. (2011).

Seja qual for o grupo de resina composta, resina direta ou indireta, o tratamento térmico após a polimerização pode ser utilizado com a intenção de favorecer as suas propriedades físicas e mecânicas, como o aumento da dureza. A polimerização aliando luz e calor resultaria em um aumento da taxa de polimerização (Hirata et al., 2000), também confirmada nesse trabalho.

A pesquisa de Neves et al. (2002) verificaram que para cada material, uma forte correlação entre conversão e microdureza foi observada. Nesse estudo, as técnicas de ativação adicional aumentaram a microdureza da resina composta, mas não realizou-

se estudo de conversão, mas isso pode ser suportado, possivelmente pela maior taxa de conversão após os métodos de polimerização por calor úmido e pressão levando a uma marca de resina composta (filtek Z250, 3M) conseguir obter um desempenho superior ao cerômero.

Em relação a composição da resina composta, a que obteve o melhor desempenho (Filtek Z250), possui partículas orgânicas, sendo fase de monômero com base no Bis-GMA associado com Bis-EMA e UDMA, PEGDMA e TEGDMA e partículas inorgânicas que e composta por sílica-zirconia, sua matriz inorgânica apresenta 82% em peso e 68% em volume, o que possivelmente pode ter sido favorecido pela maior conversão de monômeros em polímeros. Vale ressaltar que compósitos com maior quantidade de partículas inorgânicas possuem menor grau de conversão de monômeros em polímeros inicial, gerando um maior numero de radicais livres, mas possivelmente essa conversão pode ter sido compensada pela polimerização adicional, resultando numa maior polimerização tardia (Soares et al., 2005).

Nesse estudo, o cerômero apresentou uma menor microdureza quando comparado a resina microhibrida Z250, fato que se deve provavelmente a uma menor quantidade de carga inorgânica já que possui carregamento de cerâmica com 53% em peso e 25% volume (Oliveira et al., 2015).

Observar-se que com a polimerização adicional, os monômeros entram em estado de excitação e esses radicais livres começam a formar cadeias longas e ligações cruzadas e, por conseguinte melhoram a dureza da resina composta (Soares et al., 2005). Este evento pode ter ocorrido nesse estudo, sendo maior relevância em uma das marcas de resina (Filtek Z250) que obteve maiores médias de microdureza após o método de polimerização adicional (autoclave), superando estatisticamente os valores do Cerômero (resina composta laboratorial). Em contrapartida, Dimer et al. (2015) em sua pesquisa, mostraram resultados diferentes, onde a polimerização adicional na resina microhibrida não foi suficiente para atingir a dureza da resina composta laboratorial.

Comparando a Resina Filtek Z250, com as outras marcas de resina e com os diferentes tratamentos nela realizados, como: Resina Z250 foto; Resina Z250 foto +

micro; Resina Z250 foto + autoclave, o tratamento com autoclave foi o que promoveu um maior aumento na dureza superficial e que teve maior significância estatística entre todas as resinas. Esse fato pode ser explicado, devido ao fato de autoclave, além de promover o aumento de calor, aumentando a energia dos monômeros e ocasionando uma maior ligação dos monômeros livres, conjuntamente a umidade aliada à pressão exercida pela autoclave, agiu na superfície do corpo de prova, sendo uma barreira para evaporação, podendo ter promovido a não evaporação dos monômeros residuais, forçando-os a permanecer dentro da matriz e possibilitando a sua ligação a outros monômeros ou cadeias de monômeros, resultando em mais cadeias longas, o que promoveria o aumento da dureza da superfície (KHN) .

Visando a melhora das propriedades mecânicas da resina composta direta, observou-se que os métodos de ativação adicional aumentaram a dureza superficial da mesma como também mostra a pesquisa de Soares et al. (2005).

Verifica-se que a aplicação das técnicas adicionais de polimerização são de certa forma simples de serem realizados e também são de fácil acessibilidade, necessitando-se apenas de um microondas e de uma autoclave, com os resultados do presente trabalho, sugere-se que a utilização desses equipamentos na clinica quando forem confeccionadas restaurações indiretas, mas com uso de resina compostas diretas, tendo em vista que esse procedimento melhora as propriedades mecânicas das mesmas.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os métodos adicionais de polimerização promoveram o aumento absoluto dos valores da microdureza das resinas compostas avaliadas, porém, esse aumento foi significativo quando comparado com o cerômero de controle (Solidex) somente pela resina Z250 com o tratamento de foto + autoclave onde apresentou a microdureza maior que a do cerômero.

Quando levado em consideração as marcas comerciais das resinas compostas diretas analisadas na pesquisa, a Z250 foi a que teve a melhor microdureza.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. R.; MEDEIROS, M. L.; RODRIGUES, C. D. D. T. Avaliação de três métodos de ativação complementar sobre a dureza superficial de resinas compostas diretas. **Revista Odontológica do Brasil Central**, 2009;18(47).

AROSSI, G. A. **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.

BEAZOGLU, T.; EKLUND, S.; HEFFLEY, D.; MEIERS, J.; BROWN, L. J.; BAILIT, H. Economic Impact of. Regulating the Use of Amalgam Restorations. **Public Health Rep.** 2007; 122(5):657-63.

CONRAD, H. J.; SEONG, W. J.; PESUN, I. J. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. **J Prosthet Dent**, v. 98, n.5, p. 389-404, 2007.

EMAMI, N.; SODERHOLM, K. J. How light irradiance and curing time affect monomer conversion in light-cured resin composites. **Eur J Oral Sci.** 2003;111(6):536-42.

GARCIA, L. F. R.; CONSANI, S.; CHURATA, R. L. M.; SOUZA, F. C. P. P. Resinas indiretas: evolução histórica. **Clin Pesq Odontol.** 2006;2(5/6):407-11.

KAKABOURA, A.; RAHIOTIS, C.; ZINELIS, S.; AL-DHAMADI, Y. A.; SILIKAS, N.; WATTS, D. C. In vitro characterization of two laboratory-processed resin composites. **Dent Mater.** 2003;19(5):393-8.

REIS, A.; LOUGUERCIO, A. D.; BITTENCOURT, D. D.; GÓES, M. F. **Resinas Compostas**. In: *Materiais Dentários Diretos-dos Fundamentos à Aplicação*. São Paulo: Ed.Santos; 2007. p. 137-80.

SANTOS, M. J. M. C.; SILVA e SOUZA JR. M. H.; MONDELLI, R. F. L. **Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas**. *JBD, Curitiba*, v.1, n.1, p.14-21, jan./mar. 2002.

SOARES, Carlos José et al. Marginal integrity and microleakage of direct and indirect composite inlays: SEM and stereomicroscopic evaluation. **Braz. oral res.**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 295-301, Dec. 2005.

SOARES, C. J.; PIZI, E. C.; FONSECA, R. B.; MARTINS, L. R. M. Mechanical properties of light cured composites polymerized with several additional post-curing methods. **Oper Dent.** 2005;30(3):389-94.