

Influência de três modos de fotopolimerização sobre a microdureza de três resinas compostas

Influence of three modes of curing on the hardness of three composites

Andréa Cristina Schneider¹, Márcio José Mendonça¹, Roberta Bento Rodrigues¹, Priscilla do Monte Ribeiro Busato¹ e Veridiana Camilotti^{1*}

¹*Departamento de Odontologia, Universidades Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR, Brasil*

**vericamilotti@hotmail.com*

Resumo

A adequada fotopolimerização das resinas compostas é fundamental para obtenção de uma boa dureza capaz de resistir aos esforços mastigatórios. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência das técnicas de fotopolimerização - Convencional (CONV), Soft-start (SS) e Pulso atrasado (PA) na microdureza Knoop de três resinas compostas. Para a confecção dos corpos-de-prova foram utilizadas as resinas compostas Filtek Z350 (3M ESPE), Empress Direct (IvoclarVivadent) e P90 (3M ESPE). Foram obtidos nove grupos experimentais em função da técnica de polimerização e resina composta. Vinte e quatro horas após a fotopolimerização foi realizado o teste de microdureza Knoop nas superfícies de base e topo de cada corpo-de-prova. Assim, os valores obtidos foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis, seguido do teste de Dunn, $p < 0,05$. A eficácia da polimerização na superfície de topo das resinas compostas testadas não foi afetada pelos diferentes modos de polimerização. A resina composta Empress Direct apresentou os mais baixos valores de dureza para todos os modos de polimerização quando comparada às demais resinas compostas avaliadas.

Palavras-chave: *fotopolimerização, dureza knoop, resina composta.*

Abstract

Proper curing of composites is critical to obtaining good toughness able to withstand masticatory forces. The objective of this study was to evaluate the influence of curing techniques - conventional (CONV), Soft -start (SS) and Pulse delayed (PA) in microhardness of three composites. To make up the body-of - evidence were used composites Filtek Z350 (3M ESPE), Empress Direct (IvoclarVivadent) and P90 (3M ESPE). Nine experimental groups were obtained according to the polymerization technique and composite resin. Twenty -four hours after curing was performed Knoop microhardness test surfaces of base and top of each body - of - evidence. Thus, the values obtained were subjected to the Kruskal Wallis test followed by Dunn's test, $p < 0.05$. The effectiveness of the polymerization on the top surface of the composites tested was not affected by different modes of polymerization. The Empress Direct composite resin showed the lowest hardness values for all modes of polymerization compared to other composites evaluated.

Keywords: *photopolymerization, knoop hardness, composite resin.*

1. Introdução

Nos últimos anos houve um grande avanço na odontologia restauradora, resultado de inúmeras pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de novas técnicas e materiais. Concomitante a isso, houve aumento considerável na procura por tratamentos mais estéticos e conservadores. Sendo assim, a resina composta foi um dos materiais mais intensamente pesquisado na última década com o intuito de melhorar algumas propriedades negativas apresentadas por ele^[1].

Desde sua introdução ao mercado odontológico até os dias atuais, as resinas compostas evoluíram significativamente. Essa evolução teve início em 1962, quando Buonocore

introduziu a técnica do condicionamento ácido total, melhorando a adesão à estrutura dental. Os materiais resinosos são basicamente compostos por uma matriz orgânica e outra inorgânica. A matriz orgânica teve sua grande modificação quando Bowen em 1956 introduziu o monômero Bis-GMA, que proporcionou aumento nas propriedades físicas e mecânicas ampliando as suas indicações clínicas. Com relação à matriz inorgânica, as resinas compostas podem ser classificadas em função do tamanho das partículas de carga em microparticuladas, híbridas, micro-híbridas e nanoparticuladas, cada uma tendo suas indicações e limitações. As resinas microparticuladas,

apesar de apresentarem polimento excelente, têm como inconveniente um alto índice de contração de polimerização devido a pouca porcentagem de carga em peso dessas resinas. Atualmente estão indicadas para serem utilizadas na camada superficial em restaurações estéticas de dentes anteriores^[2].

Associando as vantagens das resinas de macro e micropartículas, surgiram as resinas híbridas e microhíbridas, que, segundo os fabricantes, possuem indicação universal^[2]. A grande evolução com relação às partículas de carga ocorreu em função do sistema de moagem obtendo-se partículas de carga em escala nanométrica^[3].

Ao longo dos anos, além das modificações na composição das resinas, houve alterações nos sistemas de fotoativação. Inicialmente, a ativação dos compósitos passava por uma reação química, na qual a polimerização se dava através da mistura de uma pasta base e uma catalisadora. Porém, esse processo apresentava inconvenientes como pouco tempo de manipulação, baixa resistência ao desgaste, alta contração de polimerização, fácil impregnação de corantes e estética pobre^[4].

Na tentativa de diminuir os aspectos desfavoráveis como problemas de sensibilidade pós-operatória, desgaste, contração de polimerização e infiltração marginal das resinas compostas, muitas técnicas e novos sistemas de polimerização têm sido utilizados, como as técnicas de polimerização convencional, *soft-start* e *pulse delay*. A polimerização *soft-start* consiste na polimerização inicial da resina composta com baixa intensidade de luz, seguida pela polimerização final com

alta intensidade. Já a polimerização *pulse delay* envolve uma polimerização inicial de baixa intensidade, um período de espera em que pode ser realizado o acabamento da restauração, e uma polimerização final com alta intensidade^[5].

Existem vários testes para avaliar a qualidade do processo de polimerização das resinas compostas. Entre os mais utilizados está o teste de micro-dureza, que pode ser explicado como a resistência das estruturas sólidas à endentação permanente ou à penetração. Alterações na dureza podem refletir o estado da reação de presa do material e o grau de polimerização do material. Materiais com baixa dureza de superfície são mais susceptíveis à rugosidade e esta pode comprometer a resistência à fadiga do material e provocar falha prematura da restauração^[6].

Diante da introdução de diferentes tipos de resina composta e diferentes técnicas de polimerização, este estudo objetiva avaliar a influência de três técnicas de fotopolimerização sobre as resinas compostas Filtek Z350, Filtek P90 e Empress Direct.

2. Materiais e Métodos

Para este estudo foram confeccionados noventa corpos-de-prova com 8 mm de diâmetro e espessura de 2 mm, que foram divididos em nove grupos experimentais (n=10) (Tabela 1)^[7]. A distribuição dos materiais testados bem como sua composição estão descritos na Tabela 2.

Em uma placa de vidro foi colocada uma tira de poliéster e sobre esta a matriz para inserção da resina composta.

Previamente a colocação da matriz, foi realizada uma marcação com grafite na superfície que representaria a base dos corpos-de-prova. Em seguida, foi realizado o preenchimento da cavidade interna da matriz com o material restaurador previamente selecionado, utilizando a espátula antiaderente Thompson (Prisma) em um único incremento.

Para padronizar a superfície de topo do cilindro de resina composta com a de base, foi colocada uma segunda tira de poliéster sobre a matriz. Em seguida, foi colocada também uma placa de vidro para melhor acomodar a resina composta e para se obter superfícies mais planas.

A fotoativação foi realizada após remoção da placa de vidro superficial, mantendo-se a tira de poliéster e

Tabela 1. Descrição dos grupos experimentais.

Grupos	Descrição
G1	Fotoativação convencional(CONV) + resina composta Z350
G2	Fotoativação convencional(CONV) + resina composta EmpressDirect
G3	Fotoativação convencional(CONV) + resina composta P90
G4	Fotoativação <i>Soft-start</i> (SS) + resina composta Z350
G5	Fotoativação <i>Soft-start</i> (SS) + resina composta EmpressDirect
G6	Fotoativação <i>Soft-start</i> (SS) + resina composta P90
G7	Fotoativação Pulsoatrasado (PA) + resina composta Z350
G8	Fotoativação Pulsoatrasado (PA) + resina composta EmpressDirect
G9	Fotoativação Pulsoatrasado (PA) + resina composta P90

Tabela 2. Distribuição dos materiais testados, composição e fabricante.

Materiais	Composição da matriz orgânica	Quantidade de partículas de carga (volume)*	Partículas de carga*	Lote	Fabricante
Filtek Z350	BisGMA, UDMA, TEGDMA, BisEMA	58,5%	Zircônia/silica com cargas de tamanho entre 5-20 nm. Partícula aglomerada varia entre 0,6 e 1,4 µm.	N402733	3M ESPE
Filtek P90	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	60%	Quartzo e ítrio fluoreto com cargas de tamanho entre 0,1 e 2 µm.	N185333	3M ESPE
EmpressDirect	Bis-GMA, UDMA, Dimetacrilatoicoolifático Bisfenol-Adimetacrilato proxilado	52-59%	Vidro de Bário, trifluoreto de itérbio, óxidos mistos, dióxido de silício com cargas de tamanho entre 40 nm e 3000 nm (3µm) (média 550 nm).	R62712	IVOCLEAR VIVADENT

*Segundo perfil técnico do fabricante.

encostando-se a ponta do aparelho fotoativador sobre ela. Neste momento, os corpos-de-prova foram divididos em três grupos de acordo com a técnica de fotoativação: Convencional (CONV), *Soft-Start* (SS) e *Pulse delay* (PA). Todas as técnicas foram realizadas com o aparelho de luz LED Bluephase (Ivoclar Vivadent – Polimerização convencional: 40 segundos – 1200 mW/cm²; polimerização *soft-start*: 5 segundos – 650 mW/cm²/15 segundos – 1200 mW/cm²; polimerização *pulse delay*: 5 segundos – 650 mW/cm²/5 minutos de espera/30 segundos 1200 mW/cm²). A divisão dos grupos está descrita na Tabela 1. A densidade de potência e os tempos utilizados foram feitos de acordo com as orientações do fabricante do aparelho fotoativador.

Finalizada a fotoativação, a tira de poliéster foi removida e os corpos-de-prova foram armazenados em saliva artificial. Os corpos-de-prova foram mantidos em frascos plásticos pretos (embalagem de filme fotográfico), por 24 horas, em estufa a 37 °C estando, portanto, livre de incidência de luz até a realização do teste de microdureza Knoop. As medidas de dureza foram obtidas após 24 horas contadas a partir da obtenção dos corpos-de-prova em microdurômetro da marca Future Tech (Microhardness Tester, Future Tech FM-800, Future Tech Corp., Tokyo 140, Japan) para avaliação da dureza Knoop.

A medida de dureza Knoop foi realizada nas superfícies de base e topo, em cinco pontos equidistantes, totalizando dez penetrações por corpo de prova, utilizando carga de 10 gramas por 20 segundos. Após cada indentação, foi mensurada a diagonal maior referente ao losango (indentação), com auxílio das barras verticais presente no visor do microdurômetro.

Para cada superfície foi feita uma média das cinco indentações que, foi transformada em número de dureza

Knoop (KHN – KnoopHardnessNumber). A média dos valores de dureza de Knoop para cada grupo foi calculada e os resultados tabulados e submetidos inicialmente ao teste de aderência a curva de normalidade (Teste de Shapiro – Wilk) com resultado negativo. Assim, os valores obtidos foram submetidos ao teste de Kruskall Wallis, seguido do teste de Dunn, $p < 0,05$.

3. Resultados

Os valores obtidos bem como os resultados estatísticos para os grupos experimentais avaliados podem ser observados nas Tabelas 3-7.

Com relação ao método de polimerização para a superfície de base, não foram encontradas diferenças estatísticas significantes, porém, quando comparada a resina composta Empress Direct às demais resinas, podemos observar diferenças estatisticamente relevantes (Tabela 3).

Quando se comparou para a superfície de topo os métodos de polimerização, não houve diferenças significantes. Já na comparação entre resinas compostas e métodos de polimerização, para o método convencional as resinas compostas Filtek P90 e Filtek Z350 apresentaram um comportamento estatisticamente semelhante semelhante. Quando comparados os métodos *Soft Start* e *Pulse delay*, a resina composta Filtek Z350 apresentou um comportamento superior às demais resinas (Tabela 4).

Ao se avaliar as superfícies de topo e base para a resina composta Empress Direct especificamente, a superfície de topo apresentou resultados estatisticamente superiores aos da base, para os três métodos de polimerização (Tabela 5). A resina composta Filtek Z350 apresentou resultados

Tabela 3. Médias e desvio-padrão dos valores médios de microdureza superficial (Knoop) dos grupos experimentais para a superfície de base.

Resina	Superfície	Modo de polimerização					
		Convencional		Soft Start		Pulso Atrasado	
Z350	Base	20,14	(+2,79)Aa	15,47	(+1,20)Aa	15,64	(+1,62)Aa
Empress Direct	Base	8,66	(+1,55)Ba	7,63	(+1,62)Ba	7,96	(+1,92)Ba
P90	Base	21,13	(+4,78)Aa	15,09	(+2,58)Aa	16,08	(+0,62)Aa

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferenças estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

Tabela 4. Médias e desvio-padrão dos valores médios de microdureza superficial (Knoop) dos grupos experimentais para a superfície de topo.

Resina	Superfície	Modo de polimerização					
		Convencional		Soft Start		Pulso Atrasado	
Z350	Topo	28,46	(+3,19)Aa	23,46	(+2,05)Aa	20,15	(+3,31)Aa
Empress Direct	Topo	13,72	(+2,06)Ba	13,96	(+2,71)Ba	13,13	(+1,51)Ba
P90	Topo	25,51	(+4,58)Aa	21,09	(+5,09)ABa	16,76	(+1,08)ABa

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferenças estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

Tabela 5. Médias e desvio-padrão dos valores médios de microdureza superficial (Knoop) para comparação entre superfícies de base x topo e métodos de polimerização para a resina Filtek Z350.

Resina	Superfície	Modo de polimerização					
		Convencional		Soft Start		Pulso Atrasado	
Z350	Base	20,14	(+2,79)A	15,47	(+1,20)A	15,64	(+1,62)A
	Topo	28,46	(+3,19)B	23,46	(+2,05)B	20,15	(+3,31)A

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferenças estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

Tabela 6. Médias e desvio-padrão dos valores médios de microdureza superficial (Knoop) para comparação entre superfícies de base × topo e métodos de polimerização para a resina EmpressDirect.

Resina	Superfície	Modo de polimerização					
		Convencional		Soft Start		Pulso Atrasado	
Empress Direct	Base	8,66	(+1,55)A	7,63	(+1,62)A	7,96	(+1,92)A
	Topo	13,72	(+2,06)B	13,96	(+2,71)B	13,13	(+1,51)B

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferenças estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

Tabela 7. Médias e desvio-padrão dos valores médios de microdureza superficial (Knoop) para comparação entre superfícies de base x topo e métodos de polimerização para a resina Filtek P90.

Resina	Superfície	Modo de polimerização					
		Convencional		Soft Start		Pulso Atrasado	
P90	Base	21,13	(+4,78)A	15,09	(+2,58)A	16,08	(+0,62)A
	Topo	25,51	(+4,58)A	21,09	(+5,09)B	16,76	(+1,08)A

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferenças estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

estatisticamente superiores para a superfície de topo nos métodos de polimerização convencional e *soft-start*, já no método *pulse delay* não houve diferenças estatisticamente significativas entre as duas superfícies avaliadas (Tabela 6). Já para a resina Filtek P90, a superfície de base apresentou resultados estatisticamente inferiores aos da superfície de topo no método de polimerização Soft Start, e para o método Convencional e Pulso Atrasado as duas superfícies tiveram comportamento estatisticamente semelhantes (Tabela 7).

4. Discussão

As propriedades mecânicas das resinas compostas, considerando a composição do material, estão relacionadas à matriz polimérica (composição dos monômeros), à carga inorgânica (tipo, tamanho e distribuição da carga) e ao agente de ligação. Esses fatores determinam a dureza de superfície das resinas compostas. Assim, a microdureza é considerada uma propriedade física essencial desses materiais^[8].

A dureza pode ser definida como a capacidade de uma determinada substância em resistir a um edentador ou penetrador. O conhecimento de tal propriedade mecânica é importante na Odontologia e está relacionado com a indicação e longevidade clínica dos materiais restauradores^[9]. A avaliação da microdureza foi o ensaio selecionado por se admitir que o mesmo permita avaliar pequenas alterações de superfície. Desta forma, quando a dureza do material é afetada, isso pode indicar uma dissolução da matriz orgânica que pode expor as partículas de carga inorgânica do material, provocando sua deterioração, aumento da rugosidade superficial e consequente acúmulo de placa bacteriana, contribuindo para alterações de cor e menor longevidade da restauração^[10].

As características físicas das resinas compostas podem ainda ser influenciadas pela polimerização realizada, o que reflete no desempenho clínico das mesmas^[11]. A polimerização inadequada pode diminuir as propriedades físicas desses materiais, levando a falhas de retenção na cavidade, aumento na solubilidade, presença de infiltração marginal e resposta pulpar aos monômeros não polimerizados^[12].

O aparelho fotoativador Bluephase utilizado neste estudo possui, segundo o fabricante, densidade de potência máxima de 1200mW/cm² e comprimento de onda entre

385nm e 515nm, o que está dentro do espectro de absorção da canforoquinona, fotoiniciador presente nas resinas compostas utilizadas.

A alta densidade de potência inicial aumenta o estresse de contração de polimerização das resinas compostas. Para evitar que isso ocorra, duas técnicas têm sido indicadas: a técnica de fotoativação *soft-start*, e a técnica de pulso atrasado. A primeira compreende em uma fotoativação inicial com baixa intensidade de luz por um período de tempo curto, seguido pela fotoativação final com alta intensidade. Já, a técnica de pulso atrasado, consiste na fotoativação inicial com baixa intensidade, também por um período de tempo curto, seguido por um período de espera, e finalização da fotoativação com alta intensidade de luz. O intervalo entre os dois pulsos, aumenta a fase pré-gel da resina composta e melhora a sua fluidez, aliviando o stress gerado pela contração do compósito^[13]. Para a técnica *soft-start* o tempo inicial utilizado foi de 650mW/cm², por ser a densidade de potência indicada pelo fabricante

Os resultados do presente estudo mostraram que a superfície de base, quando comparado quanto aos métodos de polimerização, não mostraram diferenças estatísticas significativas para todos os grupos avaliados. Quando comparou-se a resina composta Empress Direct às demais resinas compostas avaliadas, foi possível observar valores de microdureza estatisticamente inferiores. Tal fato pode ter ocorrido, por esta resina composta apresentar partículas de carga com formato irregular que podem contribuir para o aumento de rugosidade e diminuição da dureza^[14].

Para a superfície de topo, não houveram diferenças estatísticas quando comparados apenas os modos de polimerização. Já na comparação entre resinas compostas e métodos de polimerização, para o método convencional as resinas compostas Filtek P90 e Filtek Z350 apresentaram comportamento estatisticamente semelhante.

Quando comparados os métodos *Soft-Start* e *Pulse delay*, a resina composta Filtek Z350 apresentou comportamento superior as demais resinas compostas. Isso pode ser explicado devido ao fato de que a resina composta Filtek Z350 apresenta a combinação de cargas de nanopartículas de sílica não aglomeradas com partículas aglomeradas de sílica-zircônia. As combinações dessas cargas formam aglomerados com tamanhos que variam entre 0,6 e 1,4 µm,

que também podem ser chamados de nanoaglomerados. A matriz orgânica é composta por BisGMA, BisEMA e TEGDMA. A combinação de partículas nanométricas para as formulações de nanoaglomerados reduz o espaço intersticial das partículas de carga. Isso aumentaria a porcentagem de carga e melhoraria as propriedades físicas de resistência e desgaste^[15].

Ao se avaliar as superfícies de topo e base para a resina composta Filtek Z350 e Empress Direct, foi possível observar que a superfície de topo apresentou resultados estatisticamente superiores aos da base, para os três métodos de polimerização. Estes resultados são concordantes com os resultados das pesquisas desenvolvidas por Silva et al.^[16], fato que está diretamente relacionado com a intensidade de luz incidente. A superfície de topo está em contato direto com a ponta ativa do aparelho fotopolimerizador, o que resulta em maior número de fótons disponíveis para ativação dos fotoiniciadores. A superfície de base se encontra afastada do extremo da ponta ativa do aparelho fotopolimerizador e por fenômenos de absorção e dispersão da luz, a intensidade de luz é atenuada e a capacidade dos fótons em interagir com os fotoiniciadores se torna reduzida, resultando em baixa conversão de monômeros em polímeros, refletindo em menores valores de microdureza desta superfície e, conseqüentemente, menor eficiência de polimerização^[17,18].

Já para a resina Filtek P90, a superfície de base apresentou resultados estatisticamente inferiores aos de topo no método de polimerização *Soft-Start*. Isto pode ser devido ao aumento gradativo da intensidade de luz na polimerização *Soft-Start* de início, uma vez que a exposição a luz total foi muito semelhante entre os dois modos de polimerização. Para o método Convencional e *Pulse delay* as duas superfícies tiveram um comportamento estatisticamente semelhante. Resultados semelhantes foram encontrados por Poggio et al.^[19]. Para estes autores resultados assim dependem da quantidade total de energia que atinge a camada de compósito e na composição química dos mesmos. Como a resina composta P90 foi introduzida para uso posterior o tamanho de suas partículas (quartzo silanizada com tamanho médio de 0,47µm e volume de 60% na composição) proporciona alto grau de dureza na sua superfície^[20].

Este estudo mostrou que a técnica de polimerização bem como a composição das resinas compostas avaliadas interfere na propriedade física de microdureza. E mais importante que o modo de polimerização é a composição da resina composta selecionada. Mais pesquisas envolvendo a utilização de outros materiais e combinações de polimerização são necessários.

5. Conclusão

De acordo com a metodologia utilizada e os resultados obtidos, a eficácia da polimerização para a superfície de topo e base das resinas compostas avaliadas não foi afetada pelos diferentes modos de polimerização.

Em relação à resina composta, a resina Empress Direct apresentou os menores valores de microdureza quando comparada às demais resinas testadas para todos os modos de polimerização.

Quando se comparou a superfície de base e topo, para a resina Filtek Z350 a superfície de topo obteve valores maiores de microdureza, nos modos de fotopolimerização convencional e *soft-start*. Para o método *pulse delay* as duas superfícies apresentaram comportamento semelhante. Já para a resina Empress Direct, em todos os métodos de polimerização a superfície de topo obteve maiores valores de microdureza. Para a resina composta Filtek P90, para o método de polimerização *soft-start*, a superfície de topo apresentou resultados superiores, e no método convencional e *pulse delay* ambas as superfícies obtiveram um comportamento semelhante.

6. Referências

1. Ferracane, J. L. (2006). Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials*, 22(3), 211-222. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.05.005>. PMID:16087225.
2. Silva, J. M. F., Rocha, D. M., Kimpara, E. T., & Uemura, E. S. (2008). Resinas compostas: estágio atual e perspectivas. *Revista Odonto*, 16(32), 98-104. <http://dx.doi.org/10.15603/2176-1000/odonto.v16n32p98-104>.
3. Bispo, L. B. (2010). Resina composta nanoparticulada: há superioridade no seu emprego? *Revista Dentística*, 9(19), 21-24.
4. Cook, W. D. (1980). Factors affecting the depth of cure of UV-polymerized composites. *Journal of Dental Research*, 59(5), 800-808. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345800590050901>. PMID:6928870.
5. Amaral, C. M. (2003). *Influência das técnicas de polimerização das resinas compostas na microinfiltração, microdureza, formação de fendas e resistência à microtração* (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
6. Rodrigues, R. A., Rebellato, C., Bastos, R. A., Santos, D. F. S., & Duarte, E. S. D., Fo. (2010). Análise da microdureza Knoop de quatro tipos de resina composta através do microduremetro HVS-1000. *Odontologia Clínico-Científica*, 9(1), 55-58.
7. Dobrovolski, M., Busato, P. M. R., Mendonça, M. J., Bosquirolli, V., Santos, R. A., & Camilotti, V. (2010). Influência do tipo de ponteira condutora de luz na microdureza de uma resina composta. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 20(5), 327-330. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282010005000057>.
8. Anfe, T. E. A., Caneppele, T. M., Agra, C. M., & Vieira, G. F. (2008). Microhardness assessment of different commercial brands of resin composites with different degrees of translucence. *Brazilian Oral Research*, 22(4), 358-363. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242008000400013>. PMID:19148393.
9. Souza, R. O. A., Michida, S. M. A., Zogheib, L. V., Lombardo, G. H. L., Pereira, P. C., Barca, D. C., & Pavanelli, C. A. (2010). Avaliação da dureza Vickers de resinas compostas de uso direto e indireto. *Brazilian Dental Science*, 12(1), 23-30.
10. Fúcio, S. B., Carvalho, F. G., Correr Sobrinho, L., Sinhoreti, M. A., & Puppin-Rontani, R. M. (2008). The influence of 30-day-old *Streptococcus mutans* biofilm on the surface of esthetic restorative materials: an in vitro study. *Journal of Dentistry*, 36(10), 833-839. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2008.06.002>. PMID:18621456.
11. Herbstrith Segundo, R. M., Mota, E. G., Oshima, H. M. S., Balbinot, C. E., Bondan, J. L., & Coelho, L. F. B. (2007). Influência do método de polimerização na microdureza de compósitos microhíbridos armazenados em água destilada. *Revista Odonto Ciência*, 22(58), 317-320.
12. Ccahuana-Vásquez, R. A., Torres, C. R. G., Araújo, M. A. M. D., & Anido, A. (2004). Influência do tipo de ponteira

- condutora de luz de aparelhos LED na microdureza das resinas compostas. *Revista de Odontologia da UNESP*, 33(2), 69-73.
13. Carvalho, A. A., Moreira, F. C. L., Fonseca, R. B., Soares, C. J., Franco, E. D., Souza, J. B., & Lopes, L. G. (2012). Effect of light sources and curing mode techniques on sorption, solubility and biaxial flexural strength of a composite resin. *Journal of Applied Oral Science*, 20(2), 246-252. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572012000200021>. PMID:22666845.
 14. Sabbagh, J., Ryelandt, L., Bachérius, L., Biebuyck, J. J., Vreven, J., Lambrechts, P., & Leloup, G. (2004). Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(11), 1090-1101. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2842.2004.01352.x>. PMID:15525388.
 15. Godoy, E. P. (2008). *Avaliação da capacidade de polimerização e elevação de temperatura produzida por aparelhos fotopolimerizadores* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.
 16. Silva, V. E., Araújo, A. P., & Franciosconi, S. A. P. (2002). Adaptação marginal e dureza de resinas compostas. Influência de métodos de fotoativação: avaliação da adaptação com moldes de elastômeros. *Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru*, 10(1), 7-16.
 17. Son, S. A., Roh, H. M., Hur, B., Kwon, Y. H., & Park, J. K. (2014). The effect of resin thickness on polymerization characteristics of silorane-based composite resin. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 39(4), 310-318. <http://dx.doi.org/10.5395/rde.2014.39.4.310>. PMID:25383351.
 18. Flury, S., Peutzfeldt, A., & Lussi, A. (2014). Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites. *Dental Materials*, 30(10), 1104-1112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2014.07.001>. PMID:25086481.
 19. Poggio, C., Lombardini, M., Gaviati, S., & Chiesa, M. (2012). Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3), 237-241. <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.97946>. PMID:22876009.
 20. Ilie, N., & Hickel, R. (2009). Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clinical Oral Investigations*, 13(4), 427-438. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-009-0258-4>. PMID:19242739.

Enviado: Jul. 27, 2014
Revisado: Maio 04, 2015
Aceito: Maio 19, 2015