

# Avaliação da Microdureza em Resinas Compostas Fotopolimerizadas com Sistemas de Luz Halógena e Diodo Emissor de Luz

## Evaluation of microhardness on polymerization's photo of resin composites by halogen light and light emitting diode

Dejenane Pereira Santana<sup>1</sup>, Ana Laura Pion de Carvalho<sup>2</sup>, Andréia Mara Andrade Pizani<sup>2</sup>, Cintia Helena Coury Saraceni<sup>3</sup>, Celso Silva Queiroz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Odontologia pela Universidade de Taubaté – UNITAU

<sup>2</sup> Mestranda em Odontologia, Universidade Paulista – UNIP

<sup>3</sup> Professor(a) Doutor(a) de Odontologia, Universidade Paulista – UNIP

### DESCRIPTORIOS:

Resina Composta; Microdureza; Fotopolimerização; Diodo Emissor de Luz; Luz Halógena.

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi o de avaliar a microdureza de duas resinas compostas, uma compactável (Tetric Ceram) e outra do tipo flow (Tetric Flow), utilizando-se duas fontes de luz, uma halógena e outra à base de diodo emissor de luz (LED). Foram confeccionados quarenta corpos de prova, utilizando-se uma matriz de teflon, e divididos em quatro grupos: Grupo I – Tetric Ceram Halógena; Grupo II – Tetric Ceram LED; Grupo III – Tetric Flow Halógena e Grupo IV – Tetric Flow LED. Após o lixamento e polimento dos corpos de prova, foi realizada a análise da microdureza (Vickers) nas regiões de topo e de base em cada amostra. A análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram aplicados ao nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que a fonte de luz halógena foi estatisticamente mais efetiva ( $p < 0,05$ ) que o LED na microdureza superficial; quando comparados os tipos de resinas compostas, a Tetric Ceram apresentou valores de microdureza estatisticamente maiores ( $p < 0,05$ ) que a Tetric Flow, e as regiões de topo apresentaram microdureza maior ( $p < 0,05$ ) em relação às regiões de base, independente da fonte de luz e do material resinoso utilizado. Os resultados sugerem que a fonte de luz halógena é mais efetiva que o LED.

### Keywords:

composite resins, light curing, microhardness, light emitting diode.

### Abstract

The light curing of resin composite by halogen light is frequent in dental. Therefore the light emitting diodes (LEDs), have been suggested in opposite to halogen light, which can present more advantages. The aim of this study was to evaluate the microhardness of the two resin composites, a condensable resin (Tetric Ceram) and other flow resin (Tetric Flow), using two light curing units, a halogen light (Ultralux EL) and a LED (Ultraled XP). Forty specimens (5x5x6 mm) were obtained using a matrix of teflon and dividing in four groups: Group I – Halogen Tetric Ceram; Grupo II – LED Tetric Ceram; Grupo III – Halogen Tetric Flow e Grupo IV – LED Tetric Flow. After the sandpaper and the polish of specimens, the Vickers' microhardness analysis on top and base was measured in all specimens. The values obtained were submitted to a two-way variation of ANOVA analysis and the paired test t (Student's) to level of 5% significance. The results showed that source halogen light was more effective ( $p < 0.05$ ) than LED. When two types of resin composite were compared, the Tetric Ceram presented microhardness values higher ( $p < 0.05$ ) than Tetric Flow and the top regions obtained microhardness values higher ( $p < 0.05$ ) in relation to base regions independently of light unit used. The results suggest that halogen light curing unit is more effective than LED.

### Endereço para correspondência

Prof. Dr. Celso Silva Queiroz  
Secretaria de Pós-Graduação - Odontologia  
Rua Dr. Bacelar, 1212/4o Andar - Vila Clementino - São Paulo/SP  
CEP: 04026-002  
Fone/Fax: (11)5586-44171/ 55864010  
Email: celsoq@yahoo.com

## INTRODUÇÃO

A fotoativação das resinas compostas por meio da luz visível com luz halógena é um processo rotineiro na clínica odontológica. Esses aparelhos requerem filtros para limitar o comprimento de onda entre 400 e 500nm e, assim, atingir o espectro de absorção da canforoquinona (fotoiniciador mais frequente utilizado nas resinas compostas). O pico de absorção desse fotoiniciador é de aproximadamente 468nm<sup>1,2</sup>.

A alta temperatura gerada nesses sistemas apresenta muitas desvantagens, como a necessidade de incorporação de um sistema de ventilação, o que pode gerar maior possibilida-

de de danificação do filtro e frequentes trocas de lâmpada, por estar queimada ou danificada<sup>3,4</sup>. Esses problemas podem causar a redução da intensidade emitida pelo aparelho, reduzindo propriedades, como dureza e resistência da resina composta, resultando em uma menor longevidade das restaurações<sup>5,6,7,8,9</sup>.

A utilização de diodos emissores de luz (LEDs) tem sido proposta para substituir as fontes de luz halógena, por apresentarem vantagens potenciais, como a ausência da produção de calor, menor variação da quantidade luz emitida, sem a necessidade constante de trocas de luzes e ausência de filtros<sup>10,11</sup>. Além disso, o espectro de emissão para os LEDs está entre 450

e 490nm, intervalo ideal para a canforoquinona.

Assim como a evolução dos aparelhos de fotoativação, as resinas compostas desenvolveram-se no intuito de melhorar a estética, conseguir maior durabilidade e reduzir a microinfiltração marginal. Nesse contexto, as resinas compostas de alta viscosidade, condensáveis ou ainda compactáveis surgiram com a intenção de facilitar a obtenção da relação de contato com as paredes da cavidade preparada.

Mais tarde, surgiram as resinas compostas do tipo "flow", com o objetivo de suprir as características necessárias para se evitar a microinfiltração. Esse tipo de resina composta possui alta fluidez<sup>12</sup>, no entanto elas possuem menor resistência ao desgaste, quando comparadas às resinas convencionais, as quais possuem maior quantidade de carga e são menos sensíveis ao desgaste<sup>13</sup>.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi o de avaliar o potencial de dois aparelhos de fotoativação (luz halógena e LED) em dois tipos diferentes de resinas compostas (compactável e flow), por meio da microdureza de superfície, pois, na literatura, não há um consenso sobre a efetividade da aplicação da luz halógena e do LED na fotoativação das resinas compostas.

## MATERIAL E MÉTODO

### Delineamento Experimental

Foram utilizados dois tipos de resinas compostas: resina composta compactável ou de alta viscosidade (Tetric Ceram) e resina composta de baixa viscosidade ou de alto escoamento (Tetric Flow). Foram confeccionados quarenta corpos de prova (vinte com Tetric Ceram e vinte com Tetric Flow). Os corpos de prova foram fotoativados com um aparelho de luz halógena e outro de diodo emissor de luz (LED). Os resultados foram obtidos por meio da análise dos valores de microdureza Vickers (VHN), nas regiões de topo e base dos corpos de prova.

### Materiais Utilizados

Para se determinar a microdureza das resinas compostas fotoativadas em função do tipo de fonte de luz, utilizou-se uma resina composta Tetric Ceram e Tetric Flow (Ivoclar Vivadent - ambas A cor selecionada (A2) foi a mesma para as duas resinas compostas testadas. Em relação à composição química, a diferença está na percentagem (%) de peso de carga, sendo 79,0 e 68,1 para a Tetric Ceram e Flow, respectivamente.

Para a fotoativação das resinas compostas, foi utilizado um aparelho de luz halógena Ultralux EL (Dabi-Atlante) e um diodo emissor de luz (LED) Ultraled XP (Dabi-Atlante), com intensidade de luz e comprimento de onda respectivamente de 622 mW/cm<sup>2</sup>, 500 nm e 477 mW/cm<sup>2</sup>, 460 nm. As intensidades de luz foram verificadas por um radiômetro comercial (Curing Light Meter) antes do uso dos aparelhos.

### Confeção dos Corpos de Prova

Para obtenção dos corpos de prova (n=40), foi confeccionada uma matriz de teflon bipartida, de formato retangular, de cor clara, com espessura de 6,0 mm e perfuração central de 5x5 mm. A matriz foi posicionada sobre uma placa de vidro, e, entre ambas, foi posicionada uma tira de poliéster.

A inserção da resina composta no interior da matriz de teflon foi realizada em três incrementos (2,0 mm cada), totalizando uma altura de 6,0 mm, e, para cada incremento, foi aplicado um tempo de 40 segundos de fotoativação. A distância da ponta fotoativadora foi padronizada para todos os incrementos, sendo ajustada na parte superior do orifício central da matriz de teflon. Após esse tempo, o corpo de prova foi removido da matriz, e a região superior do corpo de prova foi designada de topo, enquanto a parte inferior, denominada de base, permitindo, dessa maneira, a análise referente a cada região.

O armazenamento dos corpos de prova foi feito em ambiente úmido, ao abrigo de luz, em água destilada a 37° C, durante 24 horas, até seguirem para as etapas de lixamento e polimento.

### Grupos Experimentais

Quarenta corpos de prova foram divididos em quatro grupos, de acordo com o tipo de resina composta e do aparelho fotopolimerizador utilizado. Grupo I: Resina Composta Tetric Ceram e fotoativada por Luz Halógena; Grupo II: Resina Composta Tetric Ceram e fotoativada com LED; Grupo III: Resina Composta Tetric Flow e fotoativada com Luz Halógena e Grupo IV: Resina Composta Tetric Flow fotoativada com LED.

### Etapas de Lixamento e Polimento

Os corpos de prova foram lixados e polidos (Politriz DP-10 Struers), sob baixa rotação, com irrigação constante de água. Para o lixamento, foi utilizada uma sequência de lixas de granulação 400, 600, 1200 e 4000. Em seguida, o polimento foi realizado em baixa rotação, utilizando-se um disco de feltro com suspensão diamantada de 1,0 micra. O armazenamento dos corpos de prova foi feito ao abrigo de luz, em água destilada a 37° C, durante 24 horas.

### Análise da Microdureza

Para análise de microdureza, foi utilizado um microdurômetro (Micromet 2003 Buehler), com penetrador tipo Vickers, com carga estática de 50 gramas, durante 10 segundos. Foram realizadas três indentações separadas entre si por uma distância de 100 µm, em triplicata, resultando em nove indentações. Estas foram feitas tanto no topo como na base de cada corpo de prova, resultando em 18 indentações em cada corpo de prova.

### Análise Estatística

Após a obtenção dos valores de microdureza de superfície, foram calculadas as médias de cada grupo. A análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram usados para se comparar a microdureza de superfície entre os diferentes grupos. O programa estatístico utilizado foi Origin Pro 7,5 em nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Em relação aos dois diferentes tipos de aparelhos fotopolimerizadores, os resultados mostraram diferenças estatísticas significantes (p<0,05) entre os Grupos I e II, tanto na região de topo como de base. Entretanto, os grupos III e IV apresentaram diferença estatística (p<0,05) somente na base (Tabela 1).

A análise dos resultados em relação aos materiais resinosos (Tetric Ceram e Tetric Flow) mostrou diferenças estatísticas significantes (p<0,05) entre os Grupos I e II, comparando a região de topo com a de base (sentido horizontal). No entanto, não houve diferença (p>0,05) entre os Grupos III e IV (Tabela 1).

Em relação aos tipos diferentes de resinas compostas utilizadas, os resultados apresentaram diferença (p<0,05), comparando os grupos I e III; II e IV, inter e intra as regiões analisadas (topo e base) (Tabela 2).

Tabela 1. Médias e desvios-padrão de microdureza (VHN) das regiões de topo e base, variando a fonte de luz utilizada.

Grupos (n=10)	Resina Composta	Aparelho Fotoativador	VHN	
			Topo	Base
I	Tetric Ceram	Halógena	80,58 ± 5,56 a A	61,22 ± 6,79 a B
II	Tetric Ceram	LED	72,51 ± 7,34 b A	53,25 ± 4,80 b B
III	Tetric Flow	Halógena	46,67 ± 7,25 a A	40,29 ± 5,25 a A
IV	Tetric Flow	LED	44,78 ± 7,07 a A	36,99 ± 6,81 b A

Valores médios seguidos (sentido vertical) de letras minúsculas distintas diferem estatisticamente entre si (p<0,05)

Valores médios seguidos (sentido horizontal) de letras maiúsculas distintas diferem estatisticamente entre si (p<0,05)

Tabela 2. Médias e desvios-padrão de microdureza (VHN) das regiões de topo e base, variando o tipo de resina composta.

Grupos (n=10)	Resina Composta	Aparelho Fotoativador	VHN	
			Topo	Base
I	Tetric Ceram	Halógena	80,58 ± 5,56 a A	61,22 ± 6,79 a B
III	Tetric Flow	Halógena	46,67 ± 7,25 b A	40,29 ± 5,25 b B
II	Tetric Ceram	LED	72,51 ± 7,34 a A	53,25 ± 4,80 a B
IV	Tetric Flow	LED	44,78 ± 7,07 b A	36,99 ± 6,81 b B

Valores médios seguidos (**sentido vertical**) de letras minúsculas distintas diferem estatisticamente entre si (p<0,05)

Valores médios seguidos (**sentido horizontal**) de letras maiúsculas distintas diferem estatisticamente entre si (p<0,05)

## DISCUSSÃO

A efetividade da polimerização da resina composta e o potencial de polimerização dos aparelhos fotopolimerizados podem ser verificados direta ou indiretamente, e o teste de dureza superficial tem sido um dos indicadores indiretos do grau de polimerização. Os testes de dureza mais utilizados em Odontologia são os de macrodureza Brinell e Rockwell e de microdureza Vickers e Knoop. O teste de dureza para avaliação de profundidade de polimerização é o mais popular devido a sua simplicidade, sendo o mais utilizado para investigar os fatores envolvidos na profundidade de polimerização. Com base nessas considerações, a análise metodológica eleita para o presente estudo constituiu-se da microdureza Vickers, a qual se faz presente em diversos estudos<sup>4,14,15</sup>.

Para a avaliação da polimerização da resina, é necessário que a matriz utilizada na confecção dos corpos de prova exerça mínima influência sobre a intensidade de luz que atinge o compósito e que este se polimerize na dependência exclusiva de suas propriedades. Os estudos têm utilizado matrizes à base de diferentes materiais e cores, como teflon branco, preto, opaco e translúcido; poliacetato de coloração clara; resina acrílica quimicamente ativada; matriz plástica e metálica de aço de alumínio<sup>14</sup>. Assim, a comparação de resultados obtidos por diferentes pesquisas torna-se difícil, já que as diferentes matrizes experimentais utilizadas podem levar à deformação dos valores finais<sup>15</sup>. Neste estudo, optou-se pelo uso de uma matriz do tipo teflon branco, por corresponder, de forma mais próxima, à realidade clínica, visto que o dente apresenta características de translucidez que permitem a difusão da luz, como mostrado nos trabalhos de Fujibayashi et al. (1998)<sup>10</sup> e Dunn e Bush (2002)<sup>16</sup>, ao contrário dos estudos de Rastelli (2002)<sup>17</sup> e Pereira (1999)<sup>7</sup>, que usaram matrizes metálicas na avaliação da profundidade de polimerização.

Os resultados do presente estudo mostraram que os valores de microdureza foram estatisticamente maiores, quando o mesmo tipo de resina composta (Tetric Ceram) foi fotoativada com luz halógena em relação à fotoativação com LED (Tabela 1), e o mesmo resultado ocorreu para a região de base, quando a resina composta Tetric Flow foi fotoativada (Tabela 2). De acordo com esses resultados, apesar das limitações dos estudos in vitro, podemos extrapolar que, clinicamente, a polimerização desses materiais resinosos com aparelho de fotopolimerização à base de luz halógena seria mais eficiente. No entanto, vale ressaltar que a intensidade de luz do aparelho de luz halógena, utilizado no presente estudo, era de 622 mW/cm<sup>2</sup>, enquanto a do LED era de 477 mW/cm<sup>2</sup>. Esse fator pode ter contribuído na obtenção dos melhores resultados, quando utilizado o aparelho de luz halógena. Esses resultados estão de acordo com diversos estudos encontrados na literatura<sup>18,19,20,21,22</sup>.

No entanto, outros estudos, como os de Fujibayashi et al. (1998)<sup>10</sup>, Mill set al.(1999)<sup>11</sup> e Bala et al. (2005)<sup>23</sup> mostraram que materiais resinosos fotoativados com LED apresentaram resultados estatisticamente melhores, quando comparados

com luz halógena, enquanto o estudo de Uhl et al. (2004)<sup>24</sup> encontrou valores de microdureza das resinas compostas testadas similares quando fotoativadas com luz halógena e LED. Diante dessa discordância científica, é importante destacar que a intensidade de luz dos aparelhos de luz halógena, apesar de geralmente ser maior que a do LED, a intensidade de luz emitida não está diretamente relacionada com a polimerização da resina composta. Deve-se considerar o comprimento de onda e que os aparelhos de luz halógena precisam de filtros para limitar o comprimento de onda entre 400 e 500nm, pois, para atingir o espectro de absorção da canforquinona (CQ), o fotoiniciador mais frequentemente utilizado nas resinas compostas, o pico de absorção deste fotoiniciador, é de aproximadamente 468nm<sup>1,2</sup>. No presente estudo, o comprimento de onda dos aparelhos de luz halógena e do LED era de 500nm e 460nm, respectivamente, ou seja, apesar de a intensidade da luz do aparelho de luz halógena ser maior (622 mW/cm<sup>2</sup>) que o LED (477 mW/cm<sup>2</sup>), o comprimento de onda do LED está mais próximo do espectro de absorção do fotoiniciador da resina composta. Esse aspecto, talvez, possa explicar os diferentes resultados encontrados na literatura.

Os resultados da Tabela 2 mostram que, utilizando-se o mesmo tipo de fonte de luz e resinas compostas diferentes, os valores de microdureza foram estatisticamente maiores (p>0,05), quando a Tetric Ceram foi empregada em relação à Tetric Flow. De acordo com esses resultados, podemos observar que, independente da fonte de luz, as resinas compostas utilizadas tiveram um comportamento diferente em termos de polimerização, e isso pode estar relacionado à composição das resinas utilizadas, pois a resina composta compactável possui 60% em volume de partículas inorgânicas e baixa contração de polimerização. Entretanto, a resina composta do tipo flow possui 40% em volume de partículas inorgânicas e maior contração de polimerização<sup>12</sup>. Os resultados estão de acordo com o estudo de Besnault et al. (2003)<sup>25</sup>, os quais avaliaram os valores de microdureza em corpos de prova confeccionados com Tetric Ceram e verificaram que, independente da fonte de luz utilizada (halógena e LED), a microdureza da região de topo foi maior em relação à microdureza da região de base.

Para a confecção dos corpos de prova, a resina composta foi acondicionada na matriz em três incrementos de 2,0 mm cada, sendo, portanto, fotoativada três vezes. A análise de microdureza foi feita tanto na região de topo quanto na região de base, sendo este fator importante, pois se aproxima de uma situação clínica, em que a camada mais profunda de resina composta pode polimerizar-se diferentemente da camada mais superficial. De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, quando as regiões de topo e base são comparadas em termos de valores de microdureza dentro do mesmo grupo (Tabelas 1 e 2), os valores de microdureza das regiões de topo são sempre maiores em relação à base, podendo esse fato estar relacionado com a distância da ponta ativadora do fotopolimerizador em relação à última camada de resina composta, pois, apesar de o tempo de fotoativação ser o mesmo para cada incremento (40s), neste estudo, a matriz confeccionada tinha 6,0mm de profundidade, ou seja, o primeiro incremento estava a uma distância da ponta ativadora do aparelho de aproximadamente 4,0mm, e o segundo incremento, a 2,0mm.

Em relação ao tempo de exposição da luz emitida, podemos verificar que Kurachi et al. (1999)<sup>19</sup> utilizaram um aparelho à base de LED e somente alcançaram valores satisfatórios de microdureza, quando se empregou o tempo de 180s. No entanto, Rastelli (2002)<sup>17</sup>, comparando a fonte de luz emitida por diodo (LED) com outras fontes de luz (inclusive luz halógena), conseguiu a adequada polimerização da resina composta com o tempo de exposição de 60s, coincidindo com os resultados de Quance et al. (2001)<sup>15</sup>. No presente estudo, o tempo de ex-

posição foi de 40s, pois é o tempo preconizado pelo fabricante, e optou-se por manter o tempo estipulado pelo fabricante, pois se trata de uma informação ao profissional clínico. Esse fator é importante, pois podemos notar, por meio dos resultados que os valores de microdureza foram maiores com a fotoativação de luz halógena, sendo que talvez um tempo maior de exposição com o LED pudesse alcançar valores similares ao da luz halógena, o que ainda também não está estabelecido na literatura.

## CONCLUSÕES

Com base nas condições experimentais deste estudo, podemos concluir que, em relação ao tipo de fonte de luz utilizada, a fotoativação com luz halógena foi mais efetiva que a fotoativação com LED, independente do tipo de resina composta. Em relação ao tipo de resina composta utilizada, a resina composta Tetric Ceram obteve valores de microdureza melhores que a resina composta Tetric Flow.

## AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres, por ter cedido o laboratório da disciplina de Dentística da UNESP - São José dos Campos e à técnica responsável, Josiana Maria Alves Carneiro, pelo empenho dispensado.

## REFERÊNCIAS

1. Coelho-Santos MGM, Silva e Souza Jr. MH, Mondelli RFL. Novos conceitos relacionados à fotoativação das resinas compostas. *J Bras Dent Estet*, 2002; 1(1):14-21.
2. Teshima W, Nomura Y, Tanaka N, Urabe H, Okazaki M, Nahaara Y. ESR Study of camphorquinone/amine photoinitiator systems using blue light-emitting diodes. *Biomater*, 2003; 24(12):2097-103.
3. Swift Jr. E.J. Visible light-curing. *J Esthet Restorative Dent*, 2002; 1:16-7.23. Bala O, Olmez A, Kalayci S. Effect of led and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. *J Oral Rehabil*, 2005; 32(2):134-40.
4. Santos LA, Turbino ML, Youssef MN, Matson E. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. *Pesqui Odontol Bras*, 2000; 14(1):65-70.
5. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis Jr. JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent*, 1994; 19(1):26-32.
6. Pereira SK, Porto CLA, Mandarin F, Rodrigues Junior AL. Intensidade de luz e profundidade de polimerização de aparelhos fotoativadores. *Rev Assoc Paul Cir Dent*, 1997; 51(3):257-60.
7. Pereira SK. Resina composta fotopolimerizável. Avaliação da dureza superficial em função de: cor, tempo de exposição, intensidade de luz e profundidade do material. São Paulo, 1999 (Dissertação de Doutorado). Araraquara: Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado de São Paulo (UNESP); 1999.
8. Fan PL, Schumacher RM, Azzolin K, Geary R, Eichmiller FC. Curing-light intensity and depth of cure resin-based composites tested according to international standards. *J Am Dent Assoc*, 2002; 133(4):429-34.
9. Carreira AJ, Vieira D. Intensidade de luz através da resina composta. *J Am Dent Assoc*, 2002; 5(4):245-51.
10. Fujibayashi K, Ishimaru K, Takahashi N, Kohno A. Newly developed cure unit using blue light emitting diodes. *Dent Jpn*, 1998; 34:49-53.
11. Mills RW, Jandt KD, Ashworth SH. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J*, 1999; 186:388-91.

12. Garone Netto N. Introdução à dentística restauradora. In: Garone Netto N. Resinas compostas. São Paulo: Editora Santos; 2003. cap. 12, p. 219-36.
13. Gomes J C. Análise in vitro da microinfiltração marginal em cavidades de classe II restauradas com resina composta de alta densidade, utilizando uma resina "flow" como "liner" em esmalte e em dentina. *J Bras Dent Estet*, 2002; 1(4):269-301.
14. Pereira SK, Porto CL, Mendes AJD. Efeitos de diferentes sistemas de fotoativação na dureza superficial da resina composta. *J Bras Clin Estet Odontol*, 2001; 5(26):156-61.
15. Quance SC, Schortall AC, Harrington E, Lumley PJ. Effect of exposure intensity and post-cure temperature storage on hardness of contemporary photo-activated composites. *J Dent*, 2001; 29(8):553-60.
16. Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *J Am Dent Assoc*, 2002; 133(3):335-41.
17. Rastelli ANS. Avaliação da profundidade de polimerização de uma resina composta pela técnica transdental, utilizando-se três diferentes fontes de luz: halógena, laser de argônio e leds. Araraquara, 2002 (Dissertação de Mestrado). Araraquara: Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado de São Paulo (UNESP); 2002.
18. Jandt K D, Mills RW, Blackwell GB, Ashwirth SH. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (leds). *Dent Mater*, 2000; 16(1):41-7.
19. Kurachi C, Lizarelli RFZ, Bagnato VS. Avaliação da microdureza superficial da resina composta curada por led 468nm. In: Anais do XVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica; 1999; Águas de São Pedro, São Paulo.
20. Price RBT, Felix CA, Andreous P. Evaluation of a second-generation led curing light. *J Can Dent Assoc*, 2003; 69(10):666.
21. Oberholzer TG, Preez ICD, Kidd M. Effect of led curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. *Biomater*, 2005; 26:3981-86.
22. Soh A, Yap AUJ, Siow KS. Effectiveness of composite cure associated with different curing models of led lights. *Oper Dent*, 2003; 28(4):371-77.
23. Bala O, Olmez A, Kalayci S. Effect of led and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. *J Oral Rehabil*, 2005; 32(2):134-40.
24. Uhl A, Michaelis C, Mills RW, Jandt KD. The influence of storage and indenter load on the knoop hardness of dental composites polymerized with led and halogen technologies. *Dent Mater*, 2004; 20:21-8.
25. Besnault C, Pradelle-Plasse N, Picard B, Colon P. Effect of a LED versus halogen light cure polymerization on the curing characteristics of three composite resins. *Am J Dent*, 2003; 16(5):323-28.

Recebido para publicação: 26/01/10  
Aceito para publicação: 11/03/10