



Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e  
Clínica Integrada  
ISSN: 1519-0501  
apesb@terra.com.br  
Universidade Federal da Paraíba  
Brasil

Viégas MONTENEGRO, Robinsom; Lima ARRAIS Ribeiro, Gabriella; Pereira de FRANÇA, Kalinne;  
BRASILEIRO, Cícero Carlos; Leite CAVALCANTI, Alessandro; Lemes CARLO, Hugo; Baptista da  
Costa Agra de MELO, João

Efeito da Partícula de Carga e do Tempo de Armazenamento sobre a Microdureza de Superfície de  
Compósitos Restauradores Estéticos

Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, vol. 10, núm. 3, septiembre-diciembre,  
2010, pp. 345-350  
Universidade Federal da Paraíba  
Paraíba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63717313003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

# Efeito da Partícula de Carga e do Tempo de Armazenamento sobre a Microdureza de Superfície de Compósitos Restauradores Estéticos

## Effect of Load Particle and Storage Time on the Surface Microhardness of Esthetic Restorative Composites

Robinson Viégas MONTENEGRO<sup>1</sup>, Gabriella Lima ARRAIS Ribeiro<sup>2</sup>, Kalinne Pereira de FRANÇA<sup>2</sup>, Cícero Carlos BRASILEIRO<sup>2</sup>, Alessandro Leite CAVALCANTI<sup>3</sup>, Hugo Lemes CARLO<sup>1</sup>, João Baptista da Costa Agra de MELO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Professor Adjunto do Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB, Brasil.

<sup>2</sup>Acadêmico do Curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande/PB, Brasil.

<sup>3</sup>Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande/PB, Brasil.

<sup>4</sup>Professor Assistente do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande/PB, Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o efeito de diferentes tamanhos de partículas de carga e diferentes tempos de armazenagem na dureza superficial de três compósitos restauradores estéticos.

**Método:** Foram confeccionados 60 corpos-de-prova, em forma de pastilhas, com 5mm de diâmetro e 2mm de altura, os quais foram divididos em seis grupos (n=10) de acordo com a resina avaliada: Filtek Z350 (3M/ESPE) com partículas de tamanho médio classificado como nanoparticulado; Filtek Z250 (3M/ESPE) com partículas de tamanho médio classificado como micro-híbrido; e Durafill (Heraeus-Kulzer) com partículas de tamanho médio classificado como microparticulado. As amostras foram armazenadas em água destilada pelos períodos de 24h e 60 dias (37°C) e, após cada período de armazenagem, submetidas ao teste de microdureza utilizando-se um aparelho com edentador do tipo Vickers pelo período de 45s e carga de 50g. Os resultados (VHN) obtidos foram submetidos à análise estatística através dos testes de ANOVA e Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

**Resultados:** Os valores médios ( $\pm SD$ ), no período de 24h, apresentados pelas resinas testadas foram de: Filtek Z250 – 64,46 ( $\pm 3,30$ ); Filtek Z350 – 59,60 ( $\pm 3,42$ ); e Durafill – 21,69 ( $\pm 2,39$ ). Após armazenagem pelo período de 60 dias os valores médios ( $\pm SD$ ) apresentados foram de: Filtek Z250 – 71,07 ( $\pm 6,38$ ); Filtek Z350 – 47,63 ( $\pm 4,42$ ); e Durafill – 23,72 ( $\pm 3,50$ ). Observou-se diferença significante entre os grupos II, III, V e VI ( $p<0,005$ ). Todavia, os grupos I e II não apresentaram significância entre si, mas diferiram dos demais grupos.

**Conclusão:** O armazenamento em água destilada e o tamanho médio das partículas de carga podem influenciar na microdureza de superfície de resinas compostas.

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the effect of different sizes of load particles and different storage times on the surface microhardness of three esthetic restorative composites.

**Method:** Sixty disc-shaped specimens (5 mm diameter and 2 mm high) were fabricated and divided into 6 groups (n=10) according to the evaluated resin: Filtek Z350 (3M/ESPE), with medium-sized particles classified as nanoparticulate; Filtek Z250 (3M/ESPE), with medium-sized particles classified as micro-hybrid; and Durafill (Heraeus-Kulzer), with medium-sized particles classified as microparticulate. The specimens were stored in distilled water for 24 h and 60 days (37°C) and, after each storage period, they were subjected to the microhardness test using a Vickers indenter during 45 s using a 50 g load. The results (VHN) were subjected to statistical analysis by ANOVA and Tukey's test ( $\alpha=0.05$ ).

**Results:** In the 24-hour period, the mean values ( $\pm SD$ ) presented by the tested resins were: Filtek Z250 – 64.46 ( $\pm 3.30$ ); Filtek Z350 – 59.60 ( $\pm 3.42$ ); and Durafill – 21.69 ( $\pm 2.39$ ). After 60-day storage, the mean values ( $\pm SD$ ) presented by the tested resins were: Filtek Z250 – 71.07 ( $\pm 6.38$ ); Filtek Z350 – 47.63 ( $\pm 4.42$ ); and Durafill – 23.72 ( $\pm 3.50$ ). There was statistically significant difference between groups II, III, V and VI ( $p<0.005$ ). However, groups I and II did not differ significantly from each other, but were significantly different from the other groups.

**Conclusion:** The storage in distilled water and the size of the load particles can have influence on the surface microhardness of esthetic composite resins.

### DESCRITORES

Resinas compostas; Testes de dureza; Hidrólise.

### KEYWORDS

Composite resins; Hardness tests; Hydrolysis.

## INTRODUÇÃO

A resina composta é um dos materiais restauradores mais amplamente utilizados na odontologia atual. Isto se deve principalmente a três fatores: adesão à estrutura dental, melhoria de suas propriedades mecânicas nos últimos tempos e a capacidade de mimetizar as estruturas dentais<sup>1,2</sup>. Para alcançar êxito em seu desempenho clínico, estes materiais apresentam longa durabilidade, a qual é fortemente influenciada pelas características intrínsecas dos materiais e também pelo ambiente a que estão expostos<sup>3-5</sup>.

Os compósitos odontológicos são constituídos, basicamente, por um monômero multifuncional de cadeia longa que quando se polimeriza resulta em uma rede tridimensional de ligações cruzadas. O monômero Bisfenol A Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) é o monômero mais usado em odontologia e caracteriza-se como uma molécula longa e rígida com duplas ligações de carbono reativas em ambas as extremidades<sup>2</sup>. A resina composta proposta em 1963 por Bowen, inicialmente, apresentava ativação através de uma reação química entre um agente iniciador constituído de peróxido de benzoila e um ativador constituído por uma amina terciária. Quando as duas pastas contendo os dois componentes eram misturadas, iniciava-se a formação de radicais livres e o processo de polimerização por adição era iniciada<sup>6</sup>.

A partir dos anos 70, esse processo foi substituído por ativação física fazendo-se uso da luz para tal fim. Inicialmente foram utilizados espectros de luz invisíveis (comprimentos de onda de 10nm a 380nm), que são os denominados espectros de luz ultravioleta. À vista dos malefícios que esse sistema podia causar à visão dos indivíduos, passou-se a utilizar outros comprimentos de onda situados no espectro da cor visível (400nm a 700nm)<sup>7</sup>. Este sistema de ativação, utilizando fontes de luz dentro de um espectro de luz visível, trouxe vantagens sobre o sistema de ativação anterior, como: menor porosidade, adequado tempo de trabalho, rápida polimerização com ótimas propriedades físicas, melhor adaptação marginal e menor contração de polimerização, favorecendo desse modo a estética final<sup>8</sup>.

O comportamento dos materiais depende em grande medida de suas partículas de carga com relação à quantidade (porcentagem em volume ou em peso), composição, dimensão e forma<sup>9</sup>. O grau de polimerização da matriz resinosa também se apresenta como de fundamental importância<sup>10</sup>. A cavidade oral é um ambiente complexo e influencia diretamente nas propriedades dos materiais restauradores<sup>11</sup>. Tem-se demonstrado que a água tem a capacidade de degradar os

compósitos pela hidrólise das partículas inorgânicas<sup>12</sup>, enfraquecimento do polímero<sup>13</sup>, e perda de união entre a matriz e a partícula de carga<sup>14</sup>. Estes processos, a curto ou longo prazo, apresentam um efeito deletério na rede polimérica, modificando a sua estrutura física e quimicamente.

O ensaio de microdureza é muito efetivo para se verificar a eficiência da polimerização do material, já que é uma propriedade mecânica que está associada diretamente ao grau de conversão do mesmo. Um baixo grau de conversão, em decorrência de monômeros que não reagiram, leva à diminuição da longevidade da restauração devido à associação entre propriedades físicas inferiores, aumento na abrasão do material, falhas na retenção, maior solubilidade, menor estabilidade de cor e respostas adversas do tecido pulpar<sup>15,16</sup>.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do tamanho da partícula de carga e do tempo de armazenagem na dureza superficial de compósitos. A hipótese nula a ser testada foi a de que o armazenamento não influencia negativamente, ao longo do tempo, na superfície dos materiais testados.

## METODOLOGIA

Três tipos de resinas compostas, todas apresentando viscosidade média, matriz resinosa à base de BISGMA e/ou UDMA e o mesmo matiz e croma (A1) foram testadas (Tabela 1).

Uma matriz de Teflon de 5mm de diâmetro por 2mm de espessura foi usada na confecção dos espécimes. Para cada tipo de compósito, 20 amostras foram preparadas para a realização do teste de microdureza. O matiz e croma A1 foram usados a fim padronizar a absorção de luz por parte dos materiais. Os materiais restauradores foram manuseados de acordo com as instruções dos fabricantes. As matrizes foram posicionadas sobre uma placa de vidro lisa e sobre tiras do acetato. Em seguida foram preenchidas com a resina, sendo esta inserida em um único incremento. O material foi coberto com uma tira de acetato e pressionado delicadamente por outra placa de vidro para planificar a superfície através da remoção de excesso do material<sup>17,18</sup>. O compósito foi polimerizado por 40s em cada uma de suas duas superfícies, através da placa de vidro, utilizando-se uma unidade polimerizadora LED – diodo emissor de luz – (KaVo Poly 600, KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda., Chapecó, SC, Brasil).

Imediatamente após a cura, as placas de vidro foram removidas e as amostras analisadas com o auxílio de lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Dublin – Califórnia – EUA) – aumento de 40X – e as amostras que apresentavam

presença de bolhas foram excluídas. Todos os espécimes foram armazenados em recipientes escuros em água destilada a 37°C para as medidas de microdureza após

24 horas e 60 dias. A preparação, o armazenamento e o teste foram realizados na temperatura ambiente.

**Tabela 1. Distribuição dos materiais testados, composição e fabricante.**

Materiais	Composição da Matriz Orgânica*	Quantidade de partículas de carga (volume)*	Tamanho e tipo das partículas de carga*	Lote	Fabricante
Filtek Z250	BisGMA, UDMA, TEGDMA, BisEMA	60%	zircônia/sílica com 0,01 a 3,50 µm e tamanho médio de 0,6 µm	7AG	3M ESPE, St. Paul, MN, USA
Filtek Z350	BisGMA, UDMA, TEGDMA, BisEMA	58,5%	zircônia/sílica com cargas de tamanho entre 5-20 nm. Partícula aglomerada varia entre 0,6 e 1,4 µm	8FF	3M ESPE, Irving, CA, USA
Durafill	BisGMA, UDMA, TEGDMA,	40%	Dióxido de silício 0,02 a 0,07 µm e partículas pré-polimerizadas de 10 a 20 µm	010203	Heraeus Kulzer, Wehrheim, German

\*Segundo perfil técnico dos fabricantes.

Os espécimes foram então divididos de forma aleatória em seis subgrupos ( $n=10$ ), de acordo com o tempo de armazenamento e o compósito utilizado (Tabela 2).

**Tabela 2. Distribuição dos grupos experimentais segundo o material testado e o tempo de armazenamento.**

Grupo Experimental	Material Testado	Tempo de Armazenamento
I	Durafill	24 horas
II	Filtek Z250	24 horas
III	Filtek Z350	24 horas
IV	Durafill	60 dias
V	Filtek Z250	60 dias
VI	Filtek Z350	60 dias

As medidas de microdureza Vickers foram executadas nas superfícies de topo dos espécimes utilizando-se o aparelho Michohardness Tester FM-700 (Future-Tech Corp., Fujisaki, Kawasaki-ku, Japão), com uma carga de 50g durante 45s. Três edentações foram realizadas aleatoriamente em cada espécime e o valor médio calculado.

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística através dos testes de Análise de Variância (ANOVA) e Tukey ( $\alpha=0,05$ ). A análise foi executada com o auxílio do programa SPSS (Statistical Package for the Social Science – SPSS Inc, Chicago, IL, EUA).

## RESULTADOS

Os resultados registrados na Tabela 3 apresentam os valores médios para microdureza (VHN) dos materiais

testados após os dois períodos de armazenamento. O maior valor médio foi apresentado pelo grupo II (resina Filtek Z250 – após 24h de armazenagem) – 71,07 ( $\pm 6,38$ ), enquanto os menores valores foram observados nos grupos I (resina Durafill – após 24h de armazenamento) – 21,69 ( $\pm 2,39$ ) e IV (resina Durafill – após 60 dias de armazenamento) – 23,72 ( $\pm 3,50$ ).

Os grupos III, V e VI apresentaram valores intermediários aos já citados. De acordo com a análise estatística houve diferença significante ( $p<0,05$ ) entre os grupos II, III, V e VI. Os grupos I e II não apresentaram significância entre si, mas diferiram dos demais grupos.

**Tabela 3. Resultados obtidos para os materiais testados segundo o tempo de armazenagem – valores médios de microdureza superficial (VHN) e desvio-padrão.**

Grupos	Tempo de armazenamento	Média*	Desvio-Padrão
I	24h	21,69 <sup>E</sup>	2,39
II	24h	71,07 <sup>A</sup>	6,38
III	24h	59,60 <sup>C</sup>	3,42
IV	60 dias	23,72 <sup>E</sup>	3,50
V	60 dias	64,46 <sup>B</sup>	3,30
VI	60 dias	47,63 <sup>D</sup>	4,42

\*Letras distintas significam diferença estatisticamente significante.

## DISCUSSÃO

As propriedades mecânicas de uma resina composta, 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 (silano). A dureza de superfície de uma resina composta é

determinada pela matriz e pela carga inorgânica e, desta forma, observa-se o quanto é importante avaliar as propriedades destes componentes. A profundidade de polimerização e a microdureza são consideradas propriedades físicas essenciais desses materiais<sup>1</sup>.

A dureza pode ser definida como a capacidade de uma determinada substância em resistir ao desgaste ou à penetração. O conhecimento da medida de dureza dos materiais é muito importante na Odontologia e está relacionado com a indicação e longevidade clínica dos materiais restauradores<sup>19</sup>. A avaliação da microdureza foi o teste de ensaio escolhido por se admitir que o mesmo permite 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 durabilidade da restauração<sup>20</sup>.

As características físicas das resinas compostas podem ser influenciadas pelo meio em que se encontram e pela polimerização realizada, o que reflete no desempenho clínico das mesmas. A degradação hidrolítica pode ser influenciada pelo tempo de estocagem em água destilada, por exemplo, e desta forma alterar a microdureza da superfície dos compósitos devido à degradação do agente de união e plastificação dos monômeros residuais<sup>21</sup>. De acordo os resultados obtidos em estudo anterior<sup>22</sup>, a estabilização na absorção de água ocorre somente após 30 ou 60 dias, fato este responsável pela determinação do tempo de armazenagem dos corpos de prova em água destilada no presente trabalho.

Os aparelhos de fotopolimerização do tipo LED são tipicamente menores e mais leves que os aparelhos halógenos convencionais. A intensidade de luz elevada destes aparelhos e a possibilidade de diminuir o tempo da exposição à luz, mantendo o grau desejado de conversão são consideradas de grande vantagem<sup>23</sup>. A tecnologia do aparelho utiliza a união de semicondutores para produzir luz azul dentro de uma faixa de 450nm – 490nm, espaço este que coincide com o espectro de absorção das resinas compostas<sup>24,25</sup>, pois a maioria dos sistemas resinosos utiliza como fotoiniciador a canforoquinona – uma diquetona com capacidade de absorver luz – cujo maior nível de absorção está na região azul do espectro de luz visível (comprimento de onda de 468nm)<sup>24</sup>.

Uma polimerização inadequada diminui 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. Uma adequada polimerização, que

garanta ótimas propriedades mecânicas, é influenciada pela composição dos materiais, pelo tempo de polimerização e o tipo de fonte de luz. Fatores como o tipo de partícula de carga (composição, forma e tamanho médio), cor e translucência da resina composta, também influenciam de forma significativa<sup>26-28</sup>.

Semelhante à pesquisa prévia<sup>29</sup>, os materiais usados neste estudo são compósitos nanoparticulados, microparticulados e microhíbridos. O compósito nanoparticulado difere das resinas de micropartículas pela concentração porcentual e pelas características das partículas de carga. Os compósitos microparticulados apresentam um porcentual de carga próximo a 40% em volume, os valores de dureza destes compósitos foram significativamente mais baixos que o das demais resinas compostas, fato justificado pela sua maior quantidade de matriz orgânica. As resinas nanoparticuladas têm porcentual de carga próximo a 59,5% em volume. Esta característica confere a este material propriedades mecânicas tão satisfatórias quanto às das resinas híbridas, que possuem carga de 60% em volume. A composição e a distribuição das partículas de carga podem ser os fatores mais importantes na dureza, pois maiores valores de dureza Vickers foram encontrados nas resinas com maior volume de partículas.

Apesar das resinas Filtek Z250 e Filtek Z350 possuírem em sua composição monômeros e cargas semelhantes, a última possui nanoaglomerados de sílica que podem alterar a polimerização, possivelmente promovendo menores valores encontrados. Corroborando estudo prévio<sup>30</sup>, observa-se que estas resinas apresentaram resultados significantes para os valores de microdureza após 24h e 60 dias de armazenamento em água destilada, identificando o efeito do armazenamento sobre os materiais. Isto pode ser atribuído à absorção de água e ao efeito de degradação gerado do material por este fato, decorrente de características hidrófilas dos monômeros Bis-GMA, UDMA e Bis-EMA, fazendo com que a quantidade de água absorvida, embora em quantidade reduzida, atue como um plastificante externo aumentando o espaço intermolecular e diminuindo a dureza e somando-se à característica de plastificantes internos dos monômeros UDMA e Bis-EMA na cadeia polimérica<sup>30</sup>.

A resina Durafill possui uma quantidade de carga muito baixa (40%), quando comparada às demais resinas, e apresentou resultados relativamente menores com relação à propriedade avaliada. Não houve alteração nos resultados com relação ao armazenamento. Resultados obtidos em pesquisa anterior utilizando uma fonte de luz à base de LED e resinas de micropartículas (como a Durafill) comparativamente a outras, revelou valores

inferiores de profundidade de cura, uma vez que existe uma dispersão da luz em função do tamanho e formato da sílica coloidal presente, reduzindo sua penetração no interior do material. Adicionalmente, a dificuldade na obtenção de uma polimerização uniforme em resinas de micropartículas está provavelmente em função da presença de partículas pré-polimerizadas na composição das mesmas<sup>32</sup>.

Quando da restauração das estruturas dentais na busca por devolver estética e função aos pacientes, uma atenção especial deve ser dada à escolha do material utilizado, pois se observa que as partículas de carga, bem como o meio a que estarão sujeitas, quando em função, influenciam diretamente no seu comportamento mecânico. Resinas que consigam resistir melhor ao meio em que se encontram e com melhores propriedades para resistir à abrasão da oclusão devem ser os materiais de escolha dos profissionais. Os mesmos devem se conscientizar da necessidade do entendimento sobre os diferentes compósitos, tornando-se indispensável o conhecimento básico dos mesmos.

## CONCLUSÃO

Tanto o tamanho das partículas de carga dos materiais quanto o armazenamento em água destilada influenciaram diretamente nos valores de microdureza de suas superfícies. As resinas com partículas de carga de tamanho micro-híbrido apresentaram os maiores valores para a propriedade analisada; a resina com partículas de tamanho nanométrico apresentou valores intermediários e a resina com partículas de tamanho micrométrico apresentou os menores resultados. A resina microparticulada apresentou-se não sensível ao armazenamento durante o período realizado.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Metalografia do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande.

## REFERÊNCIAS

- Anfe TE, Caneppele TM, Agra CM, Vieira GF. Microhardness assessment of different commercial brands of resin composites with different degrees of translucence. *Braz Oral Res* 2008; 22(4):358-63.
- de Moraes RR, Marimon JL, Schneider LF, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, Bueno M. Effects of 6 months of aging in water on hardness and surface roughness of two microhybrid dental composites. *J Prosthodont* 2008; 17(4):323-6.
- Turssi CP, Hara AT, Serra MC, Rodrigues Jr AL. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. *J Oral Rehabil* 2002; 29(9):864-71.
- Wu W, McKinney JE. Influence of chemicals on wear of dental composites. *J Dent Res* 1982; 61(10):1180-3.
- Yap AU, Tan SH, Wee SS, Lee CW, Lim EL, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil* 2001; 28(11):1015-21.
- 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.
- Poulos JG, Styner DL. Curing lights: changes in intensity output with use over time. *Gen Dent* 1997; 45(1):70-3.
- Martins F, Delbem ACB, Santos LRA, Soares HLO, Martins EOB. Microdureza de resinas em função da cor e luz halógena. *Pesqui Odontol Bras* 2002; 16(3):246-50.
- Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. *Dent Mater* 2002; 18(1):64-71.
- Chung KH, Greener EH. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. *J Oral Rehabil* 1990; 17(5):487-94.
- Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater* 2001; 17(1):34-9.
- Soderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res* 1984; 63(10):1248-54.
- Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water-effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater Res* 1998; 42(3):465-72.
- Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006; 22(3):211-22.
- Bernardo RT, Obici AC, Sinhoreti MAC. Efeito da ativação química ou dual na microdureza knoop de cimentos resinosos. *Cienc Odontol Bras* 2008; 11(4):80-5.
- Giorgi MCC, Dias CTS, Paulillo LAMS. Influência das fontes fotoativadoras led e halógena e do tempo de exposição na microdureza knoop de compósitos odontológicos. *Cienc Odontol Bras* 2008; 11(4):18-23.
- Alpoz AR, Ertugrul F, Cogulu D, Ak AT, Tanoglu M, Kaya E. Effects of light curing method and exposure time on mechanical properties of resin based dental materials. *Eur J Dent* 2008; 2(1):37-42.
- Santos LA, Turbino ML, Youssef MN, Matson E. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. *Pesq Odont Bras* 2000; 14(1):65-70.
- Souza ROA, Michida SMA, Zogheib LV, Lombardo GHL, Pereira PC, Barca DC, Pavanelli CA. Avaliação da dureza Vickers de resinas compostas de uso direto e indireto. *Cienc Odontol Bras* 2009; 12(1):23-30.
- Firoozmand LM, Araújo MAM. Ação do flúor fosfato acidulado 1.23% sobre a resina composta: microdureza. *Cienc Odontol Bras* 2006; 9(4):27-34.
- Herbstrieth Segundo RM, Mota EG, Oshima HMS, Balbinot CE, Bondan JL, Coelho LFB. Influência do método de polimerização na microdureza de compósitos microhíbridos armazenados em água destilada. *Rev Odonto Ciênc* 2007; 22(58):317-20.
- Cruz C, Santana L, Bianchi E, Aguiar P, Silva-Junior C, Catai R, Freitas CA, Salgado MHI, Freitas MFA, Ulhoa MPM. Análise da influência dos diferentes tempos de polimerização por luz incandescente sobre a resistência ao desgaste abrasivo de

- resinas compostas. Rev Matéria 2008; 13(1):77-87.
23. Mobarak E, Elsayad I, Ibrahim M, El-Badrawy W. Effect of LED light-curing on the relative hardness of tooth-colored restorative materials. Oper Dent 2009; 34(1):65-71.
24. Uhl A, Mills RW, Jandt KD. Polymerization and light-induced heat of dental composites cured with LED and halogen technology. Biomaterials 2003; 24(10):1809-20.
25. Swanson T, Dunn WJ, Childers DE, Taloumis LJ. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with light-emitting diode curing units at various polymerization times. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 125(3):337-41.
26. Ccahuana-Vásquez RA, Torres CRG, Araújo MAMD, Anido A. Influência do tipo de ponteira condutora de luz de aparelhos LED na microdureza das resinas compostas. Rev Odontol UNESP 2004; 33(2):69-73.
27. Leloup G, Holvoet PE, Bebelman S, Devaux J. Raman scattering determination of the depth of cure of light-activated composites: influence of different clinically relevant parameters. J Oral Rehabil 2002; 29(6):510-5.
28. Schattenberg A, Lichtenberg D, Stender E, Willershausen B, Ernst CP. Minimal exposure time of different LED-curing devices. Dent Mater 2008; 24(8):1043-9.
29. Becker AB, Costa SXS, Rastelli ANDS, Andrade MFD, Bagnato VS, Bier CAS. Influência dos agentes clareadores na microdureza de resina composta nanoparticulada. RGO 2009; 57(1):27-31.
30. Borges AFS, Puppin-Rontani RM, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L. Influência do tempo de estocagem em meio úmido sobre a microdureza inicial de materiais restauradores estéticos. Cienc Odontol Bras 2004; 7(4):79-86.
31. Lopes LG, Souza JB, Andrade FR, Ferreira PR, Freitas GC, Barnabé W et al. Profundidade de polimerização de resinas híbrida, micro e nanoparticuladas utilizando luz halógena ou led de segunda geração. ROBRAC 2006; 15(39):37-43.
32. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. Dent Mater 2007; 23(1):51-9.

Recebido/Received: 11/03/10  
Revisado/Reviewed: 18/06/10  
Aprovado/Approved: 14/07/10

**Correspondência:**

Robinson Viegas Montenegro  
Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências da Saúde  
Departamento de Odontologia Restauradora  
João Pessoa/PB CEP: 58059-900  
Telefone: (83) 3216-7250  
E-mail: rvmontenegro@hotmail.com