

## Microdureza de resinas em função da cor e luz halógena

### *Microhardness of resins as a function of color and halogen light*

Fábio Martins\*

Alberto Carlos Botazzo Delbem\*\*

Luis Roque de Araújo dos Santos\*\*\*

Hugo Leonardo de Oliveira Soares\*\*\*\*

Eleonora de Oliveira Bandolin Martins\*\*\*\*

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da intensidade da luz e cor de uma resina composta no grau de dureza Knoop. Corpos-de-prova foram confeccionados utilizando-se matrizes de poliéster envoltas por um anel de cobre, contendo uma cavidade padronizada de 6 mm de diâmetro por 2 mm de espessura. Estas cavidades foram preenchidas com resina composta selecionada, Fill Magic - Vigodent, com as cores A3, B3, C3, D3 e I, fotopolimerizadas através de um fotopolimerizador Elipar, calibrado para produzir 3 intensidades de luz diferentes: 450 mW/cm<sup>2</sup>, 800 mW/cm<sup>2</sup> e uma intensidade de luz crescente de 100 a 800 mW/cm<sup>2</sup>. Foram confeccionados 90 corpos-de-prova em que o tempo de exposição da resina à luz halógena foi de 40 s. As amostras foram armazenadas em tubos de ensaio com água destilada a 37 ± 1°C. Após este período, foram realizados os testes de dureza Knoop na região de superfície e fundo. Os resultados mostraram que houve diferença estatística em relação a intensidade de luz, entretanto em relação a cor, não houve diferença estatística. Os autores concluíram que a cor do compósito não influencia a dureza Knoop e que a intensidade progressiva promoveu os melhores resultados de dureza Knoop.

**UNITERMOS:** Cimentos de resina; Dureza; Resinas compostas; Polímeros.

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the influence of light intensity and the influence of the color of a composite resin on Knoop hardness. Samples were confected utilizing polyester matrices with 6 mm of diameter and 2 mm of depth. The matrices were filled with composite resin (Fill Magic - Vigodent), colors A3, B3, C3, D3 and I, and light-cured by means of an Elipar light-curing unit in three different light intensities: 450 mW/cm<sup>2</sup>, 800 mW/cm<sup>2</sup> and an increasing intensity setup of 100 mW/cm<sup>2</sup> to 800 mW/cm<sup>2</sup>. Ninety test specimens were confected, with the standard curing time of 40 seconds. The specimens were stored at 37 ± 1°C and immersed in distillate water. The Knoop test was carried out in superficial and deep areas of the specimens. The results revealed that there was no statistical difference (Tukey) between the tested colors. However, there was statistical difference between different light intensities. The authors concluded that the color of the composite resin did not influence Knoop hardness and that the progressive intensity setup led to the best Knoop hardness.

**UNITERMS:** Resin cements; Hardness; Composite resins; Polymers.

## INTRODUÇÃO

Há mais de 20 anos, os compósitos vêm se popularizando no meio odontológico. Inicialmente, eram quimicamente ativados, passando então a serem ativados por luz ultravioleta na década de 70 e ativados por luz visível ou halógena no início da década de 80<sup>8,19</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, menor contração de polimerização, favorecendo desse modo a estética final<sup>5,7,8,18</sup>.

Os compósitos podem ser classificados quanto ao tamanho e forma de suas partículas de carga. A morfologia e tamanho das partículas têm grande influência nas diversas propriedades do material, como lisura superficial, viscosidade, resistência à fratura, desgaste, contração e profundidade de polimerização<sup>2,3,11</sup>.

Os principais fatores responsáveis pelo sucesso das restaurações estéticas realizadas com resina composta fotopolimerizáveis são: emissão de suficiente intensidade de luz, correto comprimento de onda e tempo de exposição adequado<sup>1,5,18</sup>. Quanto à intensidade de luz, os primeiros aparelhos fotopolimerizadores produziam um baixo fluxo luminoso,

\* Professor Doutor das Disciplinas de Materiais Dentários e Oclusão; \*\*Professor Doutor da Disciplina de Odontopediatria; \*\*\* Alunos do Curso de Graduação – Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista.  
\*\*\*\* Especialista e Doutora em Periodontia.

pois perdiam luz ao longo do trajeto, devido ao tipo ou à forma como a fibra óptica transmitia a luminosidade das lâmpadas posicionadas nos aparelhos até a restauração, que geralmente apresentavam constantes fraturas das microfibras e deterioração do espelho dicróico, fatores estes que levavam a uma perda de transmissão luminosa por volta de 50%. Por isso, surgiram os aparelhos tipos pistola ou revólver, onde a lâmpada é posicionada próximo à ponta de saída da luz, fazendo com que a perda da intensidade luminosa causada pela reflexão seja mínima<sup>9,23</sup>. Entretanto, nos sistemas fotoativados, a polimerização não ocorre por toda a massa, como nas resinas quimicamente ativadas, mas somente onde a luz consegue atingir, com uma intensidade mínima, dentro do espectro de absorção da canforoquinona<sup>8,21</sup>.

Uma intensidade de luz insuficiente pode induzir a propriedades inferiores, tais como menor dureza e resistência, sendo que uma intensidade de luz alta pode aumentar o estresse de contração. Por isso, uma intensidade de luz gradativa é indicada, para que haja uma correta fotopolimerização<sup>11,14,18</sup>.

Em relação à cor da resina, sabe-se que esta pode influenciar a dureza superficial, juntamente com o tipo de aparelho, tempo de pós-polimerização e profundidade da resina composta<sup>4,16</sup>.

Atualmente, a resina composta tornou-se um material mais versátil com aplicação mais ampla, restabelecendo a forma e a função dos dentes com maior harmonia estética, envolvendo uma rede de fatores interdependentes como: intensidade de luz e cor<sup>19,23</sup>. Assim, objetivamos estudar a influência desses fatores no grau de dureza Knoop de um compósito odontológico.

## MATERIAL E MÉTODO

A resina composta Fill Magic nas matizes A, B, C, D e I, croma 3 foi utilizada para a confecção dos corpos-de-prova, através de matrizes de poliéster envoltas por um anel de cobre, com cavidade na região central medindo 2 mm de espessura por 6 mm de diâmetro. Foi utilizado um aparelho fotopolimerizador Elipar Trilight (ESPE) calibrado para emitir 3 intensidades de luz diferentes, sendo: MED - 450 mW/cm<sup>2</sup>, STD - 800 mW/cm<sup>2</sup> e uma intensidade de luz gradativa EXP de 100 mW/cm<sup>2</sup> a 800 mW/cm<sup>2</sup>, durante 40 segundos.

A inserção do material foi realizada com auxílio de instrumento plástico (JON) em um único incremento e condensado na cavidade da matriz que foi

interposta por lâminas de vidro para promover o confinamento do material, evitar inclusão de bolhas e obter lisura superficial dos dois lados do corpo-de-prova, observando então um ligeiro extravasamento.

A polimerização do material foi realizada aplicando-se a ponta ativa do aparelho fotopolimerizador diretamente sobre a lâmina de vidro que cobria a matriz, envolvendo dessa forma a superfície da resina composta, por um tempo de 40 segundos. Foram realizados 18 corpos-de-prova para cada cor, ou seja 6 corpos-de-prova por intensidade de luz, totalizando 90 corpos-de-prova.

Após o procedimento de fotopolimerização, as amostras foram acondicionadas em tubos de ensaio contendo água destilada e separadas segundo a cor e intensidade de luz, sendo armazenadas em estufa na temperatura<sup>25</sup> de 37 ± 1°C.

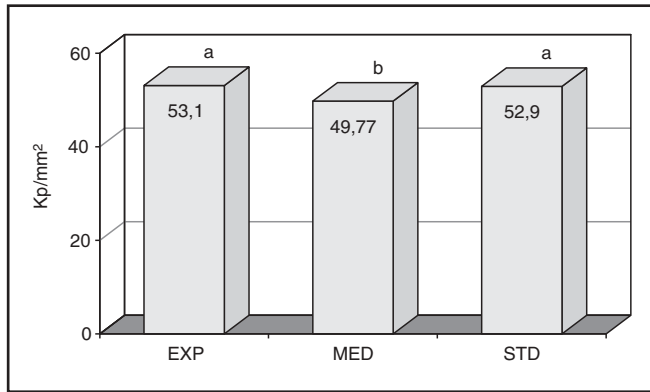
Os testes de microdureza foram realizados após o período de armazenagem<sup>19,25</sup> por 24 h, nas regiões de superfície e fundo, sob uma carga de 100 gramas durante 10 segundos, e através de um microdurômetro HMV-2000 Shimadzu Microhardness Tester (Japão) e um penetrador tipo Knoop, acoplado a um sistema de análise que utilizava um software de imagem CAMS-WIN (New Age Industries - EUA), perfazendo um total de 10 penetrações por amostras, com distância de 1 mm entre as perfurações, sendo 5 na superfície de incidência de luz e 5 na região oposta à incidência de luz, totalizando 900 medições.

## RESULTADOS

Os valores médios foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância e análise de variância para os fatores cor e intensidade de luz. De acordo com a metodologia proposta e com os fatores em estudo, foram obtidos os seguintes resultados, expressos nos Gráficos 1 e 2.

Em relação às intensidades de luz utilizadas, as diferenças foram estatisticamente significantes, ao se verificar que com a intensidade de luz progressiva EXP obteve-se em média o maior grau de dureza Knoop (53,10 kp/mm<sup>2</sup>) e com a intensidade de luz MED obteve-se menor média de dureza Knoop (49,77 kp/mm<sup>2</sup>), ficando a STD com valor intermediário (52,90 kp/mm<sup>2</sup>).

Notou-se que, apesar de estatisticamente não haver diferença no grau de dureza da resina composta segundo a cor, observa-se que as cores C3, cujo valor foi de 49,79 kp/mm<sup>2</sup> e D3 cujo valor foi de 51,36 kp/mm<sup>2</sup>, apresentaram, em média, menores valores de dureza que as demais. Obser-



**GRÁFICO 1** - Média dos valores de dureza Knoop em relação à intensidade de luz ativadora. Médias acompanhadas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). EXP = 100-800 mW/m<sup>2</sup>; MED = 450 mW/m<sup>2</sup>; STD = 800 mW/m<sup>2</sup>.

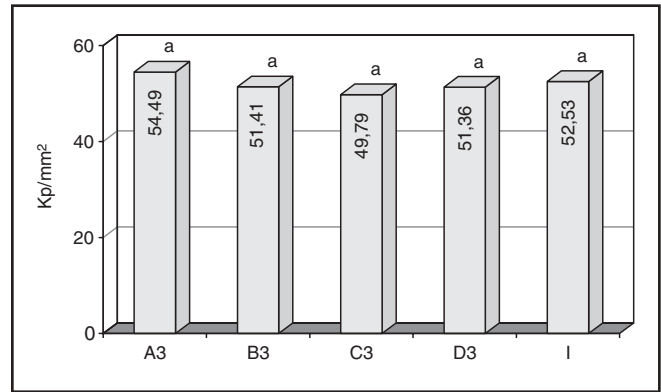
vou-se ainda que a cor A3 mostrou numericamente maior grau de dureza Knoop (54,49 kp/mm<sup>2</sup>), alcançando as cores I (52,53 kp/mm<sup>2</sup>) e B3 (51,41 kp/mm<sup>2</sup>) posições intermediárias.

## DISCUSSÃO

O grau de polimerização da resina composta muitas vezes é avaliado pela microdureza e está associado à intensidade de luz dos aparelhos fotopolimerizadores. Entretanto, nem sempre o aparelho com maior intensidade de luz é o de melhor qualidade, visto que outros parâmetros devem ser avaliados, como: tempo de fabricação da resina composta, tipo de aparelho fotopolimerizador, cor da resina, tempo de polimerização, tempo pós-polimerização, intensidade da luz e profundidade da resina<sup>19,23</sup>.

Na presente pesquisa, os resultados da relação direta entre intensidade de luz e microdureza das resinas compostas estão convergentes com achados bibliográficos, em que ocorre uma diminuição da microdureza com emprego de menores valores de intensidades de luz<sup>17,18</sup>, sendo que a intensidade MED de 450 mW/cm<sup>2</sup> promoveu menor grau de dureza Knoop em relação às demais intensidades de luz utilizadas.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, a intensidade de luz gradativa não influenciou a dureza superficial da resina composta testada. A intensidade de luz gradativa EXP de 100 mW/cm<sup>2</sup> a 800 mW/cm<sup>2</sup>, no tempo de 40 segundos, mostrou resultados semelhantes quando comparada com a intensidade de luz STD de 800 mW/cm<sup>2</sup>, fato este concorde com os achados de Pereira *et al.*<sup>19</sup> (2000)



**GRÁFICO 2** - Médias dos valores de dureza Knoop segundo a cor dos compósitos. Médias acompanhadas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

e Koran, Kürschner<sup>12</sup> (1998), que relataram que a intensidade de luz final deva ser suficientemente alta para completar a polimerização.

Uma fotopolimerização gradativa proporciona maior escoamento de resina, menor estresse de contração e consequentemente preserva a integridade marginal<sup>10,11</sup>. Em relação ao Gráfico 1, notou-se que a intensidade MED de 450 mW/cm<sup>2</sup> proporcionou grau de dureza Knoop menor (49,77 Kp/mm<sup>2</sup>) e estatisticamente significativa em relação às outras intensidades de luz utilizadas, que foram EXP de 100 a 800 mW/cm<sup>2</sup> (53,1 Kp/mm<sup>2</sup>) e STD de 800 mW/cm<sup>2</sup> (52,9 Kp/mm<sup>2</sup>), entretanto numericamente os valores de microdureza obtidos, nas intensidades de luz propostas, não tinham grandes diferenças entre si. Este fato nos permite sugerir que, a partir de 450 mW/cm<sup>2</sup>, a dureza superficial da resina composta não sofre grandes alterações. Embora exista indicações na literatura, como Rueggeberg *et al.*<sup>22</sup> (1994), que recomendam que se utilize intensidade de luz mínima de 233 mW/cm<sup>2</sup> e estudos de Pereira *et al.*<sup>19</sup> (2000) de 300 mW/cm<sup>2</sup>, e de Santos *et al.*<sup>23</sup> (2000) recomendam uma intensidade de luz mínima de 400 mW/cm<sup>2</sup>.

Em relação à cor da resina composta testada, de acordo com o Gráfico 2, podemos observar que não houve diferenças estatísticas entre as cores selecionadas, sendo as médias de dureza Knoop semelhantes entre si. Estes achados são discordantes dos de Kawaguchi *et al.*<sup>11</sup> (1994); Mandarino, Porto<sup>13</sup> (1989); Vinha *et al.*<sup>26</sup> (1990), os quais afirmaram que a cor influencia de maneira significativa o grau de microdureza das resinas. Mandarino *et al.*<sup>14</sup> (1992) afirmam que este fato deve-se à

presença dos pigmentos utilizados para propiciar tonalidades escuras aos materiais restauradores, pois, possivelmente absorvem a luz que passa através da resina e prejudicam sua polimerização, atuando como filtros seletivos para certos comprimentos de onda de luz. Porém, esses mesmos autores afirmam que, no primeiro milímetro de profundidade, não houve diferença estatisticamente significativa no grau de dureza sendo que, em suas pesquisas, os mesmos trabalharam com uma profundidade de polimerização de até 100 mm. No presente trabalho, os corpos-de-prova apresentavam 2 mm de espessura, indo ao encontro dos resultados obtidos por Santos *et al.*<sup>23</sup> (2000) que afirmaram não haver diferença estatisticamente significativa na microdureza nos 2 primeiros milímetros de profundidade da resina composta, quando usado o tempo de exposição à luz de 40 segundos. Isto nos permite sugerir que a cor da resina composta parece não ter tanta influência sobre a dureza superficial, quando utilizamos clinicamente a técnica estratificada de restauração com resinas compostas, com no máximo 2 mm de espessura por incremento<sup>6</sup>. Nosso relato também está de acordo com trabalho de Pereira *et al.*<sup>20</sup> (1996), que evidencia não haver diferença estatística no grau de dureza Vickers entre as cores A1 e

C4 de uma resina composta. Recomenda-se, para um maior grau de dureza Knoop de uma resina composta, uma intensidade de luz acima de 450 mW/cm<sup>2</sup> ou progressiva (EXP) – inicial de 100 mW/cm<sup>2</sup> e final de 800 mW/cm<sup>2</sup> –, associado a um tempo de exposição de luz halógena de 40 segundos.

## CONCLUSÃO

Segundo a metodologia empregada e dentro das condições experimentais do estudo, julgamos lícito concluir que:

1. a cor do compósito utilizado não influenciou o grau de dureza Knoop em corpos-de-prova com 2 mm de espessura;
2. obteve-se um maior grau de dureza Knoop quando a resina composta foi polimerizada com a intensidade de luz progressiva (EXP) – inicial de 100 mW/cm<sup>2</sup> e final de 800 mW/cm<sup>2</sup> –, associado a um tempo de exposição de 40 segundos;
3. obteve-se, dentro do grupo experimental, menores valores de dureza Knoop, para o grupo fotoativado com intensidade MED de 450 mW/cm<sup>2</sup>;
4. valores intermediários foram obtidos nos corpos-de-prova fotoativados com intensidade de luz de 800 mW/cm<sup>2</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. Barghi N, Berry T, Hatton NC. Evaluating intensity output of curing lights in private dental offices. *J Am Dent Assoc* 1994;125(7):992-6.
2. Bassiouny MA, Grant AA. A visible light-cured composite restorative: clinical open assessment. *Br Dent J* 1978;145(11):327-30.
3. Braem M, Lambrechts P, Vanherle G, Davidson CL. Stiffness increase during the setting of dental composite resins. *J Dent Res* 1987;66(12):1713-6.
4. Brosh T, Baharav H, Gross O, Laufer BZ. The influence of surface loading and irradiation time during curing on mechanical properties of a composite. *J Prosthet Dent* 1997;77(6):573-7.
5. Caughman WF, Rueggeberg FA, Curtis Júnior JW. Clinical guidelines for photocuring restorative resins. *J Am Dent Assoc* 1995;126(9):1280-6.
6. De Gee AJ, Davidson CL, Smith A. A modified dilatometer of continuous recording of volumetric polymerization shrinkage of composite restorative materials. *J Dent* 1981;9(1):36-42.
7. Dunne SM, Davies BR, Millar BJ. A survey of the effectiveness of dental light-curing units and a comparison of light testing devices. *Br Dent J* 1996;180(11):411-6.
8. Galan Júnior J, Langhi M, Castellanos V. Profundidade de polimerização de resinas compostas ativadas por luz. *Rev Paul Odontol* 1984;6(6):27-9.
9. Gonzaga SCR, Jansen WC, Poletto LTA. Desempenho e manutenção dos aparelhos fotopolimerizadores por luz halógena. *RGO* 1999;47(4):231-5.
10. Goracci G, Mori G, Martins LC. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. *Quintessence Int* 1996;27(5):355-67.
11. Kawaguchi M, Fukushima T, Miyazaki T. The relationship between cure depth and transmission coefficient of visible-light-activated resin composites. *J Dent Res* 1994;73(2):516-21.
12. Koran P, Kürschner R. Effect of sequential *versus* continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion and degree of polymerization. *Am J Dent* 1998;11(1):17-22.
13. Mandarino F, Porto CLA. Microdureza das resinas compostas fotoativadas em diferentes profundidades de polimerização: efeito de fonte de luz e materiais. *RGO* 1989;37(4):314-8.
14. Mandarino F, Porto CLA, Fontana UF, Cândido MSM, Oliveira Júnior OB. Efeito da tonalidade de cor sobre a profundidade de polimerização das resinas compostas fotopolimerizáveis. *Rev Bras Odontol* 1992;49(5):38-41.
15. Marais JT, Dannheimer MF, Oosthuizen MP, Booyse A. Depth of cure of light-cured composite resin with light-curing of different intensity. *J Dent Assoc S Afr* 1997;52(6):403-7.

16. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without "softstart-polymerization". *J Dent* 1997;25(3-4):321-30.
17. Nagem Filho H. Resina composta. Bauru: FOB; 1993.
18. Pereira SK. Avaliação da intensidade de luz e profundidade de polimerização de aparelhos fotopolimerizadores para resinas compostas. (Dissertação de Mestrado) Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 1995.
19. Pereira SK, Porto CLA, Mendes AJD. Avaliação da dureza superficial de uma resina composta híbrida em função de cor, tempo de exposição, intensidade de luz e profundidade do material. *J Bras Clin Estética Odontol* 2000;4(23):63-7.
20. Pereira SK, Porto CLA, Mandarinino F, Rodrigues Júnior AL. Análise de aparelhos fotopolimerizadores: aspectos clínicos relacionados à manutenção, eficiência e emissão de intensidade de luz. *RGO* 1996;44(3):143-5.
21. Pires JAF, Cviko E, Denehy GE, Swift Junior EJ. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int* 1993;24(7):517-21.
22. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis Júnior W. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent* 1994;19(1):26-32.
23. Santos LA, Turbino ML, Youssef MN, Matson E. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. *Pesq Odontol Bras* 2000;14(1):65-70.
24. Turbino ML, Santos LA, Matson E. Microdureza de resina composta fotopolimerizável: a cor da matriz experimental pode alterar os resultados dos testes. *Pesqui Odontol Bras* 2000;14(3):232-6.
25. Vicentini A, Sobrinho LC, Consani S. Fotopolimerização das resinas compostas: influência da intensidade de luz e do tempo de exposição no seu grau de dureza Knoop. *RGO* 1996;44(3):146-8.
26. Vinha D, Coelho MT, Campos GM. Eficácia de alguns aparelhos geradores de luz visível na polimerização de resinas compostas. *Rev Bras Odontol* 1990;47(4):10-4.

Recebido para publicação em 23/11/01

Enviado para reformulação em 24/04/02

Aceito para publicação em 22/05/02

## EVENTOS INTERNACIONAIS

### **Congresso Internacional de Odontologia para Pacientes Especiais - 16<sup>th</sup> Congress of the International Association of Disability and Oral Health**

*Data:* 3 a 7 de setembro de 2002

*Local:* Atenas - Grécia

*Informações:* Tel.: (+114631) 750-9200.

*E-mail:* jan.andersson-norinder@vgregation.se

### **FDI World Dental Congress 2002**

*Data:* 1 a 5 de outubro de 2002

*Local:* Viena - Áustria

*Informações:* Tel.: (+334) 5040-5050.

*Fax:* (+334) 5040-5555. *E-mail:* fdi2002@aon.at

ou u.kainz@bkzahn.aon.at

*Site:* <http://www.acv.at>

### **I Encontro Iberoamericano e X Encontro Nacional de Pesquisa em Odontologia**

*Data:* 23 de novembro de 2002

*Local:* San Luís Potosi - México

*Informações:* Tel.: (+552444) 826-2361.

*E-mail:* jloyola@waslp.mx

*Site:* <http://www.waslp.mx/fest/com.html>