

Influência de fotopolimerizadores de luz halogena X led azul na dureza de resina composta.

Influence of halogen curing light versus blue led on the microhardness of composite resin

Leily Macedo FIROOZMAND

Mestranda – Programa de Pós-Graduação – Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP

Rosehelene Marotta ARAUJO

Professora Adjunta – Departamento de Odontologia Restauradora – Disciplina Dentística – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP

Ivan BALDUCCI

Professor Assistente – Departamento de Odontologia Social – Disciplina de Bioestatística – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo verificar a profundidade de polimerização em resina composta, quando utilizados os fotopolimerizadores: de luz halógena (Optilux e Optilight 600) e de luz emissora de diodo (LED) LEC 470-I, através da mensuração da dureza superficial nos 2, 3 e 4mm de profundidade. Utilizou-se uma matriz de aço inoxidável para a obtenção dos corpos de prova e cada aparelho polimerizador formou um grupo, com 15 corpos de prova. Foi utilizada a resina composta Z₁₀₀ (3M) na cor A₃, que foi fotopolimerizada por 40 segundos e armazenada em um recipiente contendo água destilada à 37 ± 2°C, por 24 horas. As amostras foram embutidas em resina acrílica a fim de serem corretamente posicionadas no aparelho Microdurômetro Digital Vickers, modelo FM – Future Tech. Realizado o acabamento e polimento, os blocos de resina foram submetidos ao teste de dureza onde receberam impressões a cada milímetro do compósito. Os dados foram submetidos ao teste ANOVA, ($\alpha=5\%$) e ao teste de Tukey (5%). As melhores condições foram verificadas para o Optilux (2mm: 136,63±9,35HV; 3mm:126,95±7,72HV) e as piores para o LEC 470 I (2mm:126,17±9,69HV; 3mm:117,65±6,90HV), independentemente da profundidade de polimerização; enquanto o Optilight ocupa uma posição intermediária (2mm:105,95±14,96HV; 3mm:80,83±16,30HV). Os aparelhos de luz halogena polimerizaram a resina nos 2, 3 e 4mm, já o aparelho de LED polimerizou o material apenas nos 2 e 3 mm da amostra. Concluiu-se que as amostras polimerizadas com os aparelhos de luz halogena apresentaram dureza superficial maior do que aquelas polimerizadas com o aparelho de LED.

UNITERMOS

Instrumentos odontológicos; testes de dureza, in vitro, resinas compotas; luz; estudo comparativo

INTRODUÇÃO

Com o advento da estética na odontologia, podemos observar uma grande valorização na utilização das resinas compostas nos tratamentos odontológicos. Para o sucesso deste procedimento, diversos requisitos

devem ser observados a fim de garantirmos a longevidade da restauração.

A polimerização insuficiente destes materiais está entre uma das principais causas de insucesso clínico¹⁵, promovendo uma maior tendência ao manchamento e maior possibilidade de infiltração marginal pela

incompleta polimerização das camadas mais profundas da cavidade e o teor aumentado de monômeros residuais²⁻³. Desta forma, a polimerização incompleta pode ser atribuída a fatores tais como: penetração insuficiente da luz incidente, distância entre a fonte de luz e a superfície da resina composta^{1,14}, direcionamento da luz, condições do aparelho fotopolimerizador¹, tempo de exposição a luz halógena, espessura das porções de resina¹⁴, cor da resina⁷, tempo de polimerização¹⁷, assim como os fatores relativos ao material^{2, 7,14,17}.

Os aparelhos fotoativadores, portanto, são indispensáveis para a realização de restaurações de resinas compostas. A medida que aparecem novos aparelhos fotoativadores no mercado novas vantagens são apresentadas pelo fabricante, tornando-se importante avaliar se alterações, tais como, a técnica de fotoativação utilizada e a diminuição do tempo de fotoativação dos compósitos não acarretariam variações em suas propriedades físico-mecânicas⁴.

Por este motivo, Pires et al.¹⁷, em 1993 investigaram a relação existente entre os diferentes valores de intensidade de luz de aparelhos fotoativadores, obtidos pelo aumento da distância entre a ponta ativa e o radiômetro, e os valores de dureza Knoop, verificando a existência de uma relação direta, entre a intensidade de luz e a dureza superficial da resina composta.

De acordo com Hansen & Asmussen⁸, em 1993, a dureza superficial não é um indicativo adequado de perfeita polimerização da resina, porque mesmo pouca intensidade de luz pode produzir uma superfície com dureza, porém a parte mais profunda pode ter resina não polimerizada.

Os fotopolimerizadores convencionais possuem luz incandescente, sendo que muita desta energia elétrica é convertida em calor e o efetivo rendimento diminui com o uso da lâmpada que precisa ser trocada de tempos em tempos. A lâmpada, refletor e filtro degradam devido às altas temperaturas e quantidades de calor produzido durante os ciclos de polimerização, resultando em redução da efetividade de polimerização em longo prazo, piorando as propriedades físicas e aumentando o risco de falhas nas restaurações.

Para contornar os problemas inerentes às lâmpadas halógenas, diodos emissores de luz (leds) vêm sendo estudados como fonte alternativa para a polimerização de materiais odontológicos. O fabricante afirma ser um aparelho de boa utilidade clínica, pois apresenta vantagens em relação aos aparelhos de luz halógena, como: luz espectralmente mais seletiva que as lâmpadas convencionais; luz fria, não aquece a resina e o dente; equipamento compacto e simples;

baixo consumo de energia; maior tempo de vida útil; não utiliza filtro; mantém constante a potência durante toda vida útil do LED, diferente das lâmpadas halógenas, que apresentam queda de potência.

Sendo o aparelho fotoativador um instrumento de grande valor para a confecção de restaurações de resina composta, este estudo tem como objetivo verificar a influência de três aparelhos fotopolimerizadores, sendo dois destes de luz halógena e o outro dotado de 6 diodos emissores de luz azul (leds), sobre a dureza superficial de um compósito odontológico.

MATERIAL E MÉTODO

Foi utilizada uma matriz de aço inoxidável previamente confeccionada para a obtenção dos corpos de prova. A matriz apresentava-se compostas por duas partes distintas, uma porção plana e outra contendo uma cavidade com as seguintes dimensões: 8mm de comprimento, 4mm de largura, 3mm de profundidade. As duas partes da matriz (superfície plana e superfície côncava) são encaixadas através de pinos guias, promovendo uma melhor adaptação da resina composta.

Foram utilizados três aparelhos polimerizadores que resultaram na formação de três grupos experimentais, com 15 corpos de prova cada um.

Grupo I – a fotopolimerização da resina composta foi realizada com um aparelho convencional, de luz halógena, modelo Optilux (Demetron Research Corporation) model n.VCL 403, com intensidade de luz de 450mW/cm². Para medir a intensidade de luz emitida foi utilizado o Curing Radiometer Model 100 (Demetron Research Corporation – USA).

Grupo II – a fotopolimerização da resina composta foi realizada com um aparelho convencional, de luz halógena, modelo Optilight 600 (Gnatus), com intensidade de luz de 450mW/cm². Para medir a intensidade de luz emitida foi utilizado o Curing Radiometer Model 100 (Demetron Research Corporation – USA).

Grupo III – a polimerização foi realizada pelo aparelho LEC 470I (MM Optics), equipamento que não utiliza lâmpada halógena, mas LED azul, emitindo luz com comprimento de onda de 470nm (segundo o fabricante), e intensidade luminosa de 100mw/cm², medido através do radiômetro (Model 100 Curing Radiometer – Demetron Research Cop.) Através de um Calorímetro (Model 200 Heat/ Glare Radiometer – Demetron Research Cop.) o aparelho não emitiu calor, como afirma o fabricante.

Uma vez selecionado o fotopolimerizador e o valor de intensidade de luz, procedeu-se o preenchimento da cavidade interna da matriz com a resina Z₁₀₀ (3M) na cor A₃ (Figura 1). O compósito foi inserido dentro da cavidade em uma única porção^{4,15}. Uma tira de poliéster foi posicionada sobre a resina composta e com leve pressão fixou-se a

porção plana da matriz sobre a cavidade preenchida (Figura 2). Todos cuidados foram tomados para evitar a inclusão de bolhas de ar durante a inserção do material na cavidade da matriz. Desta forma, obteve-se uma superfície plana e uniforme do material, o que facilitou o registro da dureza superficial.

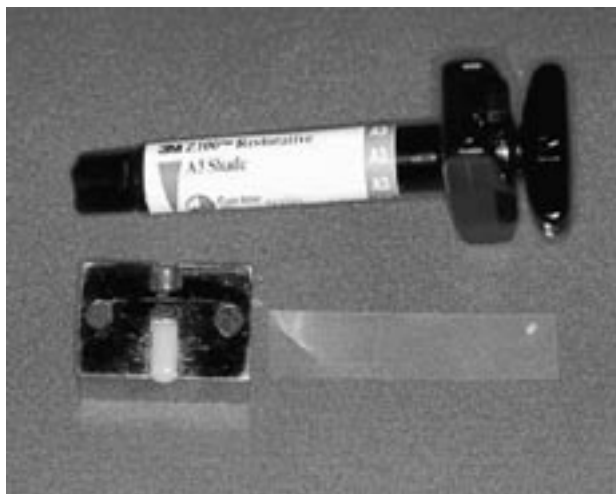


FIGURA 1 - Materiais utilizados; resina composta, matriz metálica e tira de poliéster

A polimerização da resina composta foi realizada aplicando-se a ponta ativa do aparelho fotopolimerizador diretamente sobre a porção lateral da matriz voltada ao operador que expunha parte do material.

Os tempos de exposição à luz foram determinados em 40 segundos de irradiação, monitorados sempre com o auxílio de um cronômetro.

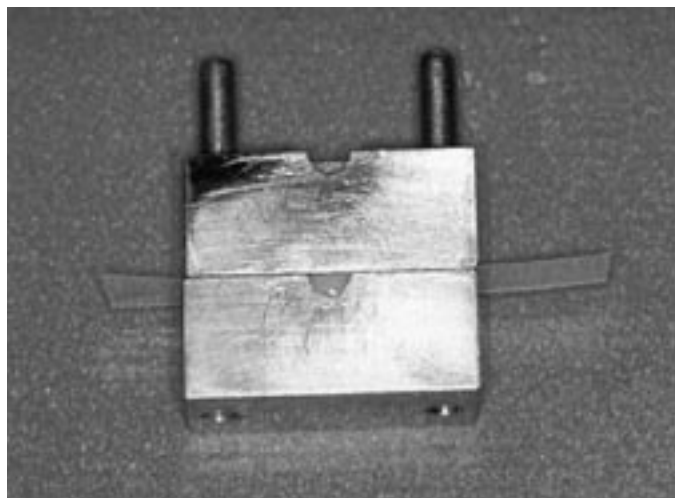


FIGURA 2 - Matriz metálica com o material em posição para a fotopolimerização

Os corpos de prova confeccionados foram mantidos em água destilada à temperatura de $37 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 24 horas^{4,5,15}, até serem submetidos ao teste de dureza. Os corpos de prova ficaram em um recipiente envolto por papel de alumínio a fim de evitar uma sobrepolimerização do material pela iluminação ambiente. A determinação da dureza superficial foi realizada após período de 24 horas de armazenamento.

Os corpos de prova foram marcados com lápis na superfície onde houve a incidência direta da luz. A profundidade de polimerização foi determinada nos 2, 3 e 4 primeiros milímetros da resina composta, a partir da superfície que permaneceu em contato com a ponta ativa do aparelho fotopolimerizador.

Em seguida os corpos de prova foram embutidos em resina acrílica para que pudessem ser corretamente posicionados no aparelho de Ensaio de Micro-

dureza Vickers. Receberam acabamento e polimento com lixas e pastas de diamante a fim de corrigir as imperfeições deixadas ao embutir o material. Estes pequenos blocos de resina contendo os corpos de prova devidamente identificados (Figura 3), foram levados ao aparelho Microdurômetro Digital Vickers, modelo FM – Future Tech, equipado com diamante Vickers de forma piramidal. Para cada impressão utilizou-se uma carga de 50 gramas, associada ao tempo de 30 seg^{4,15}. Ao todo foram realizadas três impressões em cada milímetro da superfície de resina composta, sendo a primeira em 2.0, a segunda em 3.0 e a terceira a 4.0mm. Os resultados de dureza foram registrados pelo aparelho digital de ensaio de Microdureza Vickers. Logo após, as médias foram calculadas para cada milímetro de profundidade da resina composta.

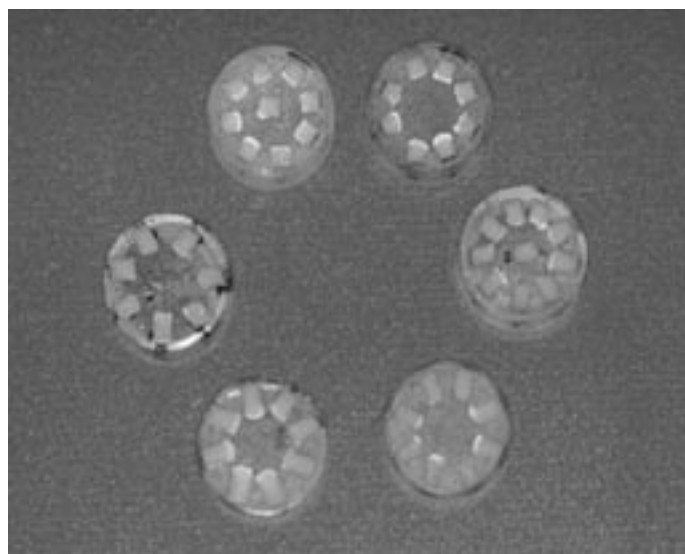


FIGURA 3 – Corpos de prova (todos os grupos) embutidos em resina acrílica prontos para leitura no Microdurômetro.

Análise estatística

Uma análise exploratória dos dados foi efetuada para determinar o teste estatístico mais apropriado. Em nosso experimento fatorial a variável dependente foi à resistência à penetração das amostras de resina composta frente às variáveis independentes: aparelhos fotopolimerizadores (Optilux, Optilight 600 e LEC

470 I) e profundidade (2 e 3mm). Os noventa dados obtidos referentes às medidas de dureza nas diferentes profundidades foram analisados por meio da estatística descritiva (média e desvio padrão) e inferencial que consistiu no teste ANOVA de medida repetida (profundidade, medida repetida). O nível de significância adotado foi o valor convencional de 5%.

RESULTADOS

Os dados de dureza referentes às condições experimentais (Figura 4), quando submetidos ao teste

da ANOVA (2 fatores, $\alpha=5\%$) indicam que os efeitos principais (aparelho e profundidade) e interação foram significantes ($p < 0,05$).

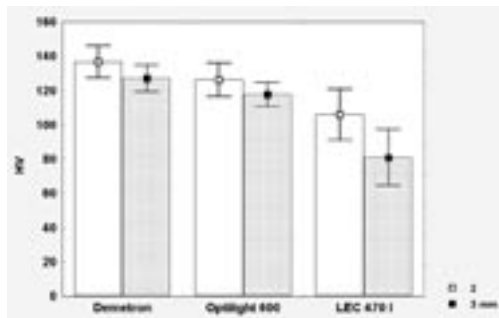


FIGURA 4 - Média e desvio padrão dos dados de dureza (HV) segundo a condição experimental.

O teste de Tukey (5%), efetuado a seguir para (i) o efeito aparelho, indica que os valores médios dos três tipos de aparelho diferem estatisticamente entre si. A melhor condição corresponde ao Optilux (131,79±9,75), seguido do Optilight (121,91±9,33) e do LED (93,39±19,99); (ii) o efeito profundidade, indica

que a 2mm tem-se a melhor condição (122, ±99±17,17) e a pior a 3mm (108,48±22,89); (iii) para o efeito interação (Figura 5), as melhores condições foram verificadas para o Optilux e as piores para o LED, independentemente da profundidade de polimerização; enquanto o Optilight ocupa uma posição intermediária.

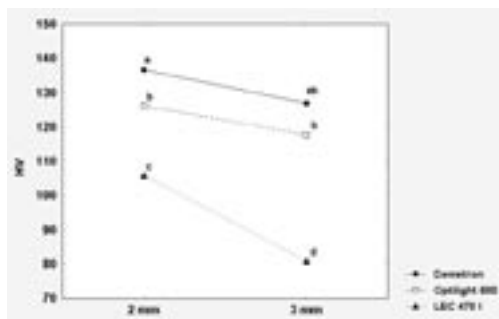


FIGURA 5 - Gráfico de médias dos dados de dureza (HV) segundo o efeito interação: aparelho x profundidade. Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa (teste de Tukey, 5%).

DISCUSSÃO

Neste estudo foi possível observar que quando se comparou as médias de dureza Vickers a 2,00, 3,00 e 4,00mm, houve um gradual decréscimo destes valores com o aumento da profundidade. Esta diminuição na dureza do compósito poderia ser explicado pelo fato de que quanto mais espessa for a camada do compósito, maior é a dificuldade da luz emitida pelo aparelho fotoativador chegar a esta região e ativar a reação de polimerização do compósito. Conseqüentemente, a dureza da superfície, ou seja, região mais próxima da fonte de luz será maior que nas regiões mais profundas. Estes resultados estão de acordo com Cunha et al.⁴ (2001), Correr Sobrinho et al.³ (2000), Vicentini et al.²⁰ (1997). Já Rueggeberg et al.¹⁸ (1994) verificaram ainda, que a camada do compósito não deve ser maior que 2mm para que se possa obter uniforme e máxima polimerização do compósito.

O compósito analisado neste trabalho foi a resina Z₁₀₀, pois Cunha et al.⁴ (2001) verificaram que dentre os quatro compósitos analisados (Solitaire, TPH<Alert, Wave e Z₁₀₀) este apresentou maiores valores de dureza Knoop. Este material possui como carga partículas de Zircônio- Silício, de maior dureza que os vidros cerâmicos, além de suas partículas possuírem um formato semi-esférico permitindo um baixo cisalhamento entre estas.

A mensuração da dureza de um compósito tem sido um método indicado para se verificar o grau de cura de um compósito. Desta forma, autores como Watts et al.²⁰ (1987), Lim et al.¹¹ (2001), pesquisaram a dureza dos compósitos odontológicos a fim de verificar se estes estariam de acordo com as condições necessárias para se obter sucesso clínico. Já outros trabalhos como de Hassen & Asmussen⁸.(1993), Friedman et al.⁷ (1984), Lim et al.¹² (2001), Cunha et al.⁴ (2001), direcionaram seu foco aos aparelhos fotopolimerizadores existentes no comércio, verificando sua real eficácia em relação a correta polimerização e conseqüentemente a dureza do material avaliado.

Porém, através de inúmeros estudos observou-se que não apenas os compósitos odontológicos e os aparelhos fotoativadores são responsáveis pelo sucesso clínico do trabalho realizado. Preocupados com isto alguns autores resolveram alterar algumas variantes a fim de verificar qual a sua influência em relação a dureza.

Pereira et al.¹⁶ (1997), Vicentini et al.²⁰ (1997), Correr Sobrinho et al.³ (2000), verificaram que quanto maior a intensidade de luz do aparelho fotopolime-

rizador maior o valor da dureza do compósito. Pires et al.¹⁷ (1993), complementa este estudo, concluindo que a dureza da porção mais profunda da restauração diminui ainda mais, quanto maior for a distância da fonte de luz do compósito, e afirma que a dureza da superfície do compósito, relativamente, não é afetada pela intensidade luz e distância da luz do compósito. A fim de diminuir os agravantes que pudessem proporcionar uma redução da dureza, os corpos de prova, em nossa pesquisa, receberam incidência direta da luz.

O tempo de exposição também afeta a dureza do material, pois quanto maior o tempo despendido na fotopolimerização, maior a dureza do compósito como foi verificado por Vicentini et al.²⁰ (1994), Correr Sobrinho et al.³ (2000). Além de verificar um significativo aumento na dureza dos materiais fotopolimerizados a 40 segundos em relação aos de 20 segundos, Turbino et al.¹⁹ (1992), concluiu que houve um aumento estatisticamente significativo da dureza da resina após 24 horas em relação valores da dureza da resina avaliada imediatamente após a polimerização. Por isso alguns autores sugerem que o acabamento e o polimento das restaurações sejam feitos na próxima sessão permitindo que a reação de polimerização se complete. Em nosso trabalho, realizamos a mensuração da dureza dos corpos de prova 24 horas após a sua polimerização sendo que estes permaneceram armazenados em água destilada à temperatura ambiente durante este intervalo de tempo. Foi verificado por Kanca III et al.⁹ que o calor não aumenta a dureza (ou propriedades físicas) das resinas, mas aceleram a taxa de polimerização da resina.

Com os aparelhos de LED Dunn & Bush⁶ (2002), verificaram que independente do tipo de resina utilizada, os fotopolimerizadores de luz halógena produziram superfícies com maior dureza que aqueles em que o aparelho de LED azul foi utilizado. Este fato também pôde ser verificado em nosso trabalho já que os corpos de prova polimerizados com o aparelho de LED apresentaram um valor mediano inferior do que aqueles polimerizados com os aparelhos de luz halógena. Dunn & Bush⁶ (2002), aponta que o aparelho contendo 7 Leds não foi totalmente efetivo para a cura de incrementos de 2mm e que talvez o aumento do número de Leds poderia melhorar o seu rendimento. Já Kurachi et al.¹⁰ (2001), verificaram que todas as amostras polimerizadas com o aparelho de Led (6 Leds) mostraram dureza inferior quando comparado com os de lâmpada halógena. O dispositivo de Led foi capaz de atingir aproximadamente 60% da dureza obtida com as lâmpadas convencionais. Os resultados

da pesquisa de Mills et al.¹³ (1999), mostraram que o aparelho de Led (25 leds) foi significativamente capaz de produzir uma maior profundidade de polimerização para os três diferentes tipos de resina utilizados, que os aparelhos de luz halógena ajustados para promover uma irradiação de 300mW/cm².

CONCLUSÃO

- A dureza superficial da amostra na superfície foi superior em relação à região mais profunda para todas as amostras polimerizadas com os diferentes polimerizadores.

- Os aparelhos de luz halógena (Optilux e Optilight) promoveram a polimerização da resina nas profundidades de 2, 3 e 4mm, sendo que as amostras polimerizadas com o aparelho Demetron apresentaram melhores valores de dureza.
- aparelho de LED apresentou os menores valores de polimerização nos 2 e 3 mm e não promoveu a polimerização da resina composta aos 4mm de profundidade.
- A capacidade de polimerização dos aparelhos de LED precisa ser mais estudada.

ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the polymerization depth of composite resin cured with halogen light (Optilux and Optilight 600) and light emitted diode (LED) LEC 470 I by measuring the Vickers hardness to 2, 3 and 4 mm depths. A brass mold was used to obtain samples with were cured by the light, forming three groups containing 15 samples each. These samples were made with Z₁₀₀ (3M) composite cured for 40 seconds. They were stored in a container of distilled water wrapped in aluminum paper at a temperature of 37°C during 24 hours. The samples were fixed in acrylic resin to be able to read the results for 2, 3 and 4 mm on the FM – Vickers Digital Microhardness tester, with a load of 50 grams for 30 seconds. The data were analyzed on ANOVA ($\alpha=5\%$) and Tukey (5%) tests. The results indicated that the surface hardness of the resin composites cured by Optilux apparatus had the best values and the worst values were found on the LEC 470 I apparatus, independently of the curing depth analyzed. The halogen light apparatus was able to cure the samples to 2, 3 and 4 mm but the LED apparatus was able to cure the samples only to 2 and 3 mm of depth. The samples cured with halogen light apparatus had higher hardness than those cured with LED apparatus.

UNITERMS

Dental instruments; hardness test invitro; composite resins; light; comparative study

AGRADECIMENTOS

Aos Engenheiros Dalci, Pedro Paulo e técnicos Claudemir Patuci e João Batista Rodrigues do laboratório de Metalografia da Divisão de materiais (AMR) do CTA nosso profundo agradecimento pela preciosa ajuda na leitura da dureza Vickers neste local.

Referências

1. Araujo RM, Araujo MAM, Fernandes, RVB. Efeito da intensidade de luz e irradiação de calor de fotopolimerizadores em função do tempo de uso. *J Bras Odontol Clin* 1997 nov./dez.;1 (6):50-5.
2. Asmussen E. Restorative resins: hardness and strength vs. Quantity of remaining double bonds. *Scand. J Dent Res* 1982; 90(6):484-9.
3. Correr Sobrinho L, Góes MF, Consani S, Sinhoreti MAC. Correlation between light intensity and exposure time on the hardness of composite resin. *J Mater Sci: Mater Med* 2000;11: 361-4.
4. Cunha LG, Sinhoreti MA, Correr Sobrinho, Consani S, Góes MF. Efeito dos métodos de fotoativação sobre a dureza Knoop de compósitos odontológicos. *PGR – Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos* 2001 set./dez.;4(3): 36-42.
5. Denyer R, Shaw DJ. Cure evaluation of visible light composites by Knoop hardness measurement[abstract 833]. *J Dent Res*1982; 61(1) p.271.
6. Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *J Am Dent Assoc* 2002. Disponível em : http://saturn.bids.ac.uk/cgi-bin/pt_deliver?data=_anon_ref_portalada;infobike://ada/jada/2...12/04/2002
7. Friedman J, Hassan R. Comparison study of visible curing lights and hardness of light-cured restorative materials. *J Prosthet Dent* 1984; 52:504-6.
8. Hansen EK, Asmussen E. Correlation between depth of cure and surface hardness of light-activated resin. *Scan J Dent Res* 1993;101:62-4.
9. Kanca III J. The effect of heat on the surface hardness of light-activated composite resins. *Quintessence Int* 1989; 20(12):899-901
10. Koran P, Kürschner K. Effect of sequential versus continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion and degree of polymerization. *Am J Dent* 1998 Feb.;11(1):17-22.
11. Kurachi C, Tuboy AM, Magalhães DV, Bagnato VS. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater* 2001 July.;17 (4):309-15.
12. Lim DY, Owens BM, Wells RS. Comparison of cure depths using different composite curing lights [Abstract 1734]. *J Dent Res* 2001 Jan.;80 (sp.Issue):25.
13. Mills RW, Jandt KD, Asworth SH. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J* 1999;186(8):388-91.
14. Mosely H, Strang R, Stephen KW. An assessment of visible light polymerizing sources. *J Oral Rehabil* 1986;13:215-24.
15. 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 Doutorado– Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, São Paulo].
16. Pereira SK, Porto CLA, Mandarino F, Rodrigues Júnior AL. Intensidade de luz e profundidade de polimerização de aparelhos fotopolimerizadores. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1997 maio/jun.; 51(3):257-60.
17. Pires JAF, Cvitko E, Denehy GE, Swift Jr EJ. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int* 1993;24:517-21.
18. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis Jr JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent* 1994 jan./fev;19(1):26-32.
19. Turbino ML, Vinha D, Centola ALB, Maia Campos G. Photopolymerized resins: surface hardness variation in relation to time of polymerization and setting. *Braz Dent J* 1992; 3(2):87-94.
20. Vicentini A, Correr Sobrinho L, Consani S, Goes MF, Sinhoreti MAC. Fotopolimerização das resinas compostas. Influência de luz e do tempo de exposição no grau de dureza Knoop. *Rev Gaucha Odontol* 1997 maio./jun.;44(3):146-8.
21. Watts DC, Amer OM, Combe EC. Surface hardness development in light- cured composites. *Dent Mater* 1987; 3:265-69.

Recebido em 01/10/03

Aprovado em: 13/09/04

Leily Macedo Firoozmand

R. Emílio de Menezes, 304 – Monte Castelo

12215-020 São José dos Campos – SP

leilyiroozmand@hotmail.com

leilymf@terra.com.br