

INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DA PONTA DO FOTOPOLIMERIZADOR NAS PROPRIEDADES DA RESINA COMPOSTA

INFLUENCE OF THE DISTANCE OF LIGHT CURING SYSTEMS IN THE PROPERTIES OF THE COMPOSITE RESIN

Rafael Baggio* Sylvio Rafael Gralha João Carlos Gomes** Osnara Maria Mongruel Gomes****

* Autor Responsável: Rafael Baggio- Rua Brasil Pinheiro, número 269, apartamento 22, Centro – Ponta Grossa/PR, Telefone: (42) 99663387 – (41) 88932170, e-mail: rafabaggio@gmail.com; e-mail: jcgomes@uepg.br; e-mail: ommgomes@uepg.br

**Universidade Estadual de Ponta Grossa

Recebido para publicação em: 06/2008

Aceito para publicação em: 09/2008

RESUMO

Acompanhando a evolução das resinas compostas e dos sistemas fotopolimerizadores utilizados para a polimerização desses materiais, objetivou-se verificar a interferência da distância da ponta do fotopolimerizador na dureza superficial da resina composta. Foram utilizados: duas resinas compostas, R1 - Filtek™ Z-250 (3M/ESPE), na cor B1, e R2 - Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent), na cor Bleach XL; três aparelhos fotopolimerizadores – sendo dois à base de LEDs: F1 - Ultra-Lume™ LED 5 (Ultradent) e F2 - L.E.Demetron 1 (Demetron) – e um à base de lâmpada halógena: F3 - Optilux 401 (Demetron); e três distâncias – D1= 0mm, D2= 5mm e D3= 10mm. Foram confeccionados 18 grupos (n=5) em matrizes metálicas com orifício central de 2mm de espessura e 5mm de diâmetro. As resinas foram fotoativadas por 40 segundos, respeitando-se as distâncias D1, D2 e D3. Em seguida, os corpos de prova foram armazenados por 24 horas a seco e na ausência de luz. O teste de microdureza Vickers (HV) foi realizado com carga de 50 gf/30 segundos. Os resultados foram analisados com o teste ANOVA e pós-teste de Tukey. A resina R1 obteve resultados significativamente melhores quando fotoativada pelo aparelho F1, na distância D1 (81,7±3,0), com $p < 0,01$, sem diferenças significantes entre D2 (68,5±3,3) e D3 (68,6±1,8). Na resina R2, o aparelho F1 também obteve melhores resultados, sendo D1 (40,2±1,4) significativamente maior que D2 (37,8±1,2) e D3 (36,9±1,2), com $p < 0,05$. Concluiu-se que o aumento da distância da ponta do aparelho fotopolimerizador teve interferência direta na dureza superficial da resina composta.

Palavras-Chave: Resinas Compostas. Dureza. Fotoativação

ABSTRACT

This study was aimed to verify the interference of the distance of the light curing systems end in superficial hardness of the composite resin. Were used two composite resins : R1 - Filtek™ Z-250 (3M/ESPE) colour B1 and R2 - Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) colour Bleach XL; three light curing systems, being two based in blue light emitting diode (LED): F1 - Ultra-Lume™ LED 5 (Ultradent) and F2 – L.E.Demetron 1 (Demetron) and one based in quartz tungsten halogen (QTH): F3 - Optilux 401 (Demetron); and three distances: D1= 0 mm, D2= 5 mm e D3= 10 mm. It was built 18 groups (n=5) in metal matrices with a central orifice of 2 mm of height and 5 mm of diameter. The resins were photocured for 40 seconds, respecting the distances D1, D2 and D3. The samples were kept for 24 hours without humidity nor light. The microhardness Vickers (HV) test was made with of 50 gf/30 seconds. The ANOVA and Tukey test were employed. The R1 resin had significantly better results when photocured by F1, with D1 distance (81,7±3,0), with $p < 0,01$, without significant differences between D2 (68,5±3,3) and D3 (68,6±1,8). In the R2 resin, F1 also had better results, being D1 (40,2±1,4) significantly bigger than D2 (37,8±1,2) and D3 (36,9±1,2), with $p < 0,05$. It was concluded that the increase of the distance of the light curing systems end had direct influence in the superficial hardness of the composite resin.

Keywords: Composite resins. Hardness. Photocuring

Introdução

Em função da crescente evolução das resinas compostas e dos sistemas utilizados para ativar a reação de polimerização desses materiais, torna-se de extrema importância a realização de trabalhos de pesquisa que verifiquem a eficiência dos sistemas fotoativadores à base de LEDs, que atualmente vêm sendo muito utilizados.

Existem algumas características que são fundamentais nos aparelhos fotoativadores para que aconteça uma completa transformação dos monômeros da resina composta em polímeros, fazendo assim, com que a resina composta obtenha suas melhores propriedades mecânicas. (ANUSANICE, 2003; JEONG et al., 2007).

Uma intensidade de luz mínima e o comprimento de onda compatível com o do agente fotoiniciador da resina composta fazem parte desta gama de fatores que devem ocorrer simultaneamente, para que se consiga um pico máximo no grau de polimerização das resinas compostas. De acordo com Fowler et al. (1994), Hansen e Asmussen, (1993) e Lee, (1993) e Shortall et al. (1995), a intensidade de luz emitida por esses aparelhos fotoativadores

tem sido considerada um fator primordial na determinação do seu desempenho.

Além disso, existem vários fatores que podem alterar negativamente na polimerização completa das resinas compostas como a técnica de polimerização, o tempo, a distância, a intensidade de luz entre outros. (AGUIAR et al., 2008; ANUSAVICE, 2005; CARVALHO et al., 2003; COSTA et al., 2002; DAVIDSON et al., 2000; DUNN et al., 2002; LINDBERG et al., 2005; RISSI et al., 2002; RUEGGERBERG et al., 1994).

A dureza da resina composta está diretamente relacionada com o grau de polimerização dos compósitos e uma polimerização incompleta pode ser ocasionada por uma baixa intensidade de luz. (MACHADO et al., 2002; SILVA et al., 2008).

A distância da fonte de luz em relação ao incremento de resina composta é uma variável de tão fácil percepção e controle do clínico quanto o é a sua negligência. Segundo Rissi (2002) e Machado (2002), ocorre um efeito altamente significativo das distâncias das fontes de luz, observando uma redução crescente da intensidade de luz em função do aumento da distância da fonte de luz.

O presente estudo tem como objetivo analisar a interferência da distância da fonte de luz em relação à camada superficial da resina composta, por meio do teste de dureza, utilizando duas resinas compostas, três aparelhos fotoativadores, sendo dois a base de LEDs e um com lâmpada halógena e três distâncias diferentes da fonte de luz.

Material e métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho, os materiais utilizados foram: duas resinas compostas, R1 - Filtek™ Z-250 (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) na cor B1, e R2 - Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent, Ellwangen, Deutschland) na cor Bleach XL (Quadro 1); três aparelhos fotopolimerizadores – sendo dois à base de LEDs: F1 - Ultra-Lume™ LED 5 (Ultradent, South Jordan, UT, EUA), com intensidade de 800mW/cm² e F2 - L.E.Demetron 1 (Demetron, Kerr, CA, EUA), com intensidade de 800 mW/cm² –, e um à base de lâmpada halógena, F3 - Optilux 401 (Demetron, Kerr, CA, EUA), com intensidade de 600 mW/cm² (Quadro 2); e três distâncias: D1= 0 mm, D2= 5 mm e D3= 10 mm. Todos os aparelhos fotopolimerizadores foram aferidos antes de cada ativação.

Resina	Fabricante	Matriz Orgânica	Carga Inorgânica	Tamanho das Partículas (µm)	Volume de Carga Inorgânica (%)
Filtek™ Z-250	3M/ESPE	Bis-GMA, UDMA e Bis-EMA	Zircônia e Sílica	0,01 – 3,3	60
Tetric Ceram	Ivoclar Vivadent	Bis-GMA, UDMA e TEGDMA	Bário-alumínio-borosilicato e Sílica	0,04 – 5,0	60

Quadro 1 – Características principais e composição das resinas compostas utilizadas.

Fonte: Dados fornecidos pelos fabricantes

Aparelho	Fabricante	Composição	Espectro de Emissão (nm)	Potência (mW/cm ²)	Tempo (seg)
Ultra-Lume™ LED 5	Ultradent	5 LEDs	375 – 500	800	40
L.E.Demetron 1	Kerr	5 LEDs	370 – 500	800	40
Optilux 401	Kerr	1 Lâmpada Halógena	400 – 525	600	40

Quadro 2 - Características Principais dos Aparelhos Fotopolimerizadores Utilizados

Fonte: Dados fornecidos pelos fabricantes

Para a confecção dos corpos de prova (CP) foram utilizadas matrizes metálicas circulares contendo um orifício central com 2mm de espessura e 5mm de diâmetro. A matriz metálica foi posicionada sobre uma placa de vidro com uma tira de poliéster entre a placa de vidro e o CP, com a finalidade de promover lisura na superfície de base das amostras. Foi aplicada a resina composta em um único incremento e posicionando outra tira de poliéster, promovendo assim, uma lisura superficial na superfície de topo. Sobre a tira de poliéster foi colocada mais uma placa de vidro, com espessura de 20mm, e então apoiado um peso de 1 kg sobre esse conjunto, com a finalidade de padronizar a espessura das amostras. Logo após, todos os CP foram fotoativados por 40 segundos, respeitando as distâncias D1, D2 e D3 da superfície de topo, por meio de dispositivos confeccionados em acrílico, que foram devidamente padronizados com a ajuda de um espessímetro.

Foram confeccionados 5 CP para cada grupo, totalizando 90 CP divididos aleatoriamente em 18 grupos. Após a ativação, cada CP devidamente identificado foi armazenado durante 24 horas em meio seco e livre de luz.

Com o auxílio de um bisturi nº 15, tanto a superfície de topo quanto a superfície de base foram divididas em quatro quadrantes. Esse procedimento foi realizado com o objetivo de dividir cada superfície da amostra, bem como orientar as impressões no momento do teste de dureza. A análise da dureza superficial foi determinada através de oito impressões na superfície de topo e oito impressões na superfície de base, respeitando duas impressões em cada quadrante, utilizando o aparelho

SHIMADZU MICRO HARDNESS TESTER WMV – 2T (344-04152-12) N.163033900592 (CORPORATION KYOTO JAPAN) equipado com um diamante Vickers (VHN), com uma carga de 50 gf durante um período de 30 segundos.

Os resultados da análise da dureza foram determinados primeiramente em micrometros (μm), sendo em seguida transformados em valores de dureza Vickers (VH) diretamente pelo aparelho.

Resultados

Os dados obtidos tanto na superfície de topo quanto na superfície de base foram analisados estatisticamente através do teste de ANOVA com pós-teste de Tukey ($\alpha = 0.05$) e suas médias e desvios padrão estão descritos nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Análise da dureza da Resina Composta R1

	Topo			Base		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
D1	81,7 \pm 3,0	67,5 \pm 1,4	69,8 \pm 2,6	75,2 \pm 1,7	59,7 \pm 1,7	62,0 \pm 3,4
D2	68,5 \pm 3,3	69,9 \pm 2,5	66,1 \pm 2,0	47,9 \pm 1,9	58,4 \pm 3,6	54,6 \pm 2,6
D3	68,6 \pm 1,8	69,1 \pm 2,1	65,3 \pm 0,8	41,6 \pm 2,0	55,5 \pm 0,9	50,6 \pm 2,1

Nota: Relação entre distâncias e aparelhos, topo e base respectivamente, sobre a resina composta R1.

Fonte: Dos autores

Tabela 2 - Análise da Dureza da Resina Composta R2.

	Topo			Base		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
D1	40,2 \pm 1,4	27,8 \pm 1,0	34,0 \pm 2,5	23,7 \pm 1,2	22,4 \pm 3,9	17,0 \pm 2,0
D2	37,8 \pm 1,2	28,6 \pm 1,0	41,0 \pm 2,6	15,6 \pm 2,2	19,3 \pm 2,3	20,0 \pm 1,9
D3	36,9 \pm 1,2	28,5 \pm 1,0	38,9 \pm 1,8	10,3 \pm 2,7	16,6 \pm 1,2	16,9 \pm 1,7

Nota: Relação entre distâncias e aparelhos, topo e base respectivamente, sobre a resina composta R2.

Fonte: Dos autores

Analisando os dados das tabelas 1 e 2, observa-se que os maiores valores para a microdureza superficial foram encontrados sempre na superfície de topo. O aparelho F1 apresentou os melhores valores de microdureza em ambas resinas compostas.

Em R1, somente foi encontrada diferença significativa ($p < 0,01$) em D1 (81,7 \pm 3,0), sem diferenças significantes entre D2 (68,5 \pm 3,3) e D3 (68,6 \pm 1,8) e com a utilização de F1.

Na resina R2, o aparelho F1 também obteve melhores resultados, sendo D1 (40,2 \pm 1,4) significativamente maior que D2 (37,8 \pm 1,2) e D3 (36,9 \pm 1,2), com $p < 0,05$.

Os aparelhos F2 e F3, não mostraram diferenças estatísticas entre as distâncias D1, D2 e D3 para as duas resinas compostas.

Discussão

É sabido que para que haja uma correta polimerização das resinas compostas e assim, um bom resultado clínico, é necessário que ocorra um determinado grau de conversão dos monômeros da resina em cadeias poliméricas capazes de propiciar ao material, propriedades mecânicas satisfatórias.

Dentro desse contexto, deve-se destacar nos componentes das resinas compostas o fotoiniciador, o qual apresenta papel fundamental no processo de polimerização. A dinâmica da reação de polimerização das resinas compostas depende da ativação desse componente fotossensível, que na grande maioria das resinas compostas é representado pela canforoquinona, necessitando dessa forma de intensidade luminosa suficiente para mantê-la em estado de excitação ou estado tríptico. O processo de polimerização ocorre somente em locais onde há incidência de luz apresentando espectro situado na faixa de 450 a 500nm (JEONG et al., 2007). De acordo com Nomoto (1997) e Pradhan et al. (2002), o espectro de absorção da canforoquinona encontra-se no intervalo de 400 a 500nm, sendo que a região mais adequada situa-se entre 450 a 500nm, e o espectro mais eficiente para a ativação da reação de polimerização situa-se no intervalo de 468 a 470nm, onde se encontra o pico máximo de absorção da canforoquinona. Quando essa é excitada, uma reação em cadeia se estabelece com a formação de cadeias poliméricas, conferindo às

resinas compostas características mecânicas desejáveis para as suas aplicações clínicas.

Para isso, os aparelhos fotopolimerizadores responsáveis por essa ativação, devem possuir algumas características ideais para obter bons resultados de polimerização, pois existem vários fatores que podem alterar negativamente na polimerização incompleta das resinas compostas como a intensidade de luz, o comprimento de onda, a cor da resina composta, a profundidade de polimerização, o tempo de polimerização, a distância e as técnicas de polimerização.

A máxima irradiação para o LED ocorre perto de 470nm e para a lâmpada halógena é aproximadamente 460nm. Esse fato é importante, pois é compatível com o comprimento de onda mais eficaz para a excitação da canforoquinona (KURACHI, 2001; NOMOTO, 1997).

Em 2007, O'reilly comparou a microdureza superficial de uma resina composta nanoparticulada utilizando aparelhos com lâmpada halógena e LEDs, e concluiu que ambos os aparelhos testados atingiram valores de dureza semelhantes.

A intensidade de luz, entretanto, é considerada o fator determinante para avaliar o desempenho dos aparelhos, sendo que a sua variação pode resultar em alterações significantes na dureza da resina composta, motivo pelo qual são recomendadas intensidades acima de 400 mW/cm² para fotoativar incrementos de no máximo 2mm (DELGADO et al. 2003; KURACHI, 2001; RISSI; CABRAL, 2002).

Utilizando resinas compostas híbridas (FilteK P60/3M ESPE) e resinas nanoparticuladas (FilteK Supreme/3M ESPE), Silva et al. (2008) relatam que a quantidade de energia dispensada pelos aparelhos fotopolimerizadores e recebida pelas resinas compostas influenciam diretamente na dureza das mesmas, pois uma menor irradiação causou um menor grau de conversão nas resinas compostas testadas. O mesmo parece não acontecer com o módulo flexural e com a resistência flexural das amostras.

Machado et al. (2002) relataram que a dureza da resina composta está relacionada diretamente com o grau de polimerização dos compósitos, e uma polimerização incompleta pode ser ocasionada por uma baixa intensidade de luz.

Rueggeberg et al. (1994) recomendaram intensidade mínima de luz para polimerizar incrementos de 2mm de resina composta entre 400 e 578 mW/cm², associada a 60 segundos de exposição.

A composição das resinas compostas traduzida pelo tipo e tamanho das partículas de carga, bem como pela quantidade e pelo tipo de pigmentos, desempenha importante papel no processo de polimerização, na medida em que impõe "obstáculos" a serem superados pelos raios luminosos na direção do fundo do incremento, que necessita de uma quantidade mínima de luz para ser corretamente polimerizado. (RISSI; CABRAL, 2002).

Para Pereira et al. (2001) o fator cor da resina composta foi significativo, uma vez que em seus estudos, a cor C4 propiciou maiores médias de dureza do que a cor A1.

Outro fator importante que pode interferir na completa polimerização da resina composta, e que foi um dos objetivos do nosso trabalho, é a distância da fonte de luz ao incremento de resina composta.

Machado, em 2002, utilizou uma resina composta que foi ativada por 3 tipos de aparelhos fotopolimerizadores e encontrou resultados melhores de dureza em 1mm de profundidade e piores em 3mm, concordando com o nosso trabalho e com Pereira (1999), que relatam que a dureza diminui com a profundidade do incremento, sendo esse um outro fator importante a ser considerado.

Neste trabalho, na maioria dos experimentos, o aumento da distância diminuiu a dureza superficial das resinas compostas analisadas, não sendo influenciando pelo tipo de fonte de luz.

Aguirar et al., em 2008, testaram a microdureza de resinas compostas híbridas variando a espessura das amostras e a distância de fotoativação, e concluíram que as distâncias menores (2.0 e 4.0mm) mostraram médias de dureza significativamente maiores que as conseguidas por distâncias maiores (8.0 mm), não importando a espessura de compósito utilizado.

Rissi e Cabral (2002) demonstraram em seus trabalhos que a distância da fonte de luz em relação ao incremento de resina composta é uma variável de tão fácil percepção e controle clínico quanto é o seu negligenciamento. Os autores verificaram

que houve um efeito altamente significativo das distâncias das fontes de luz testadas, ocorrendo uma redução crescente da intensidade de luz em função do aumento da distância da fonte de luz, corroborando com este trabalho.

Conclusão

Com base na metodologia empregada, pode-se concluir que o aparelho Ultra-Lume™ LED 5 obteve os melhores resultados de dureza tanto em superfície de topo quanto em superfície de base ($p < 0,05$). Ainda, os maiores valores de dureza foram sempre encontrados nas superfícies de topo, tanto para R1 ($p < 0,01$) quanto para R2 ($p < 0,05$), independentemente do aparelho utilizado.

Quando se compara os aparelhos, as fontes à base de LEDs obtiveram resultados tão satisfatórios quanto o aparelho à base de lâmpada halógena. Por fim, pode-se concluir que o aumento da distância da ponta do aparelho fotopolimerizador teve interferência direta na dureza superficial das resinas compostas avaliadas, apenas quando F1 foi utilizado como fonte de ativação.

REFERÊNCIAS

- AGUIRAR, F.H., OLIVEIRA, T.R., AMBROSANO, G., LOVADINO, J.R. Microhardness of different thicknesses of resin composite polymerized by conventional photocuring at different distances. **Gen Dent**, v.56, n.2, p.144-8, 2008.
- BESNAULT, C. et al. Effect of a LED versus halogen light cure polymerization on the curing characteristics of three composite resins. **Am J Dent**, v.16, n.5, 2003.
- CARVALHO, G. L. et al. Comparação da microdureza superficial de resinas compostas submetidas a tratamento de polimerização adicional. **Rev ABO Nac**, v.11, n.03, p.177 – 82, jun/jul, 2003.
- COELHO SANTOS, M. J. M.; SILVA E SOUZA JR, M.H.; MONDELLI, R. F. L. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. **JBD**, Curitiba, v.01, n.01, p.14-21, jan/ mar. 2002.
- COSTA, L. H. et al. Avaliação da dureza superficial das resinas compostas: efeito da complementação da fotopolimerização por diferentes métodos. **Revista Ciência Odontológica**, Ano 05, n.05, p.67–71, 2002.
- DAVIDSON, C. L. ; DE GEE, A. J. Light- curing units, polymerization, and clinical implications. **J. Adhesive Dent**, New Malden, v.2, n.3, p.167-73, Autumn 2000.
- DELGADO, L.A.C.; SOUZA, A.M.; PEREIRA, S.K.; GOMES, O.M., GOMES, J.C. Efeito de diferentes sistemas de fotopolimerização na dureza de uma resina composta bleach shade. **JBD**, v.2, n.8, p.348-57, 2003.
- DUNN, W. J.; BUSH, A. C. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. **J Am Dent Assoc**, v.133, p.335-41, 2002.
- FAN, P. L. et al. Irradiance of visible light-curing units and voltage variation effects. **J Am Dent Assoc**, v.115, p.442-5, Sept. 1987.
- FIROOZMAND, L.M. **Avaliação in vitro do comportamento de resinas compostas, quanto a microdureza, sorção e análise em MEV, após desafio ácido e/ou aplicação de soluções fluoretadas**. São José dos Campos, 2007. (Tese de Doutorado em Odontologia Restauradora) Faculdade de odontologia de São José dos Campos.
- JANDT, K.D. et al. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). **Dent Mater**, v.16, p.41-47, 2000.
- JEONG, T.S., KIM, Y.R., KIM, J.H., KIM, H.I., KWON, Y.H. Effects of LEDs on microhardness and temperature rise of dental composite resins. **Dent Mat J**, v.26, n.6, p.838-44, 2007.
- KURACHI, C. et al. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. **Dent Mat**, v.17, p.309-15, 2001.
- LEONARD, D.L. et al. Polymerization efficiency of LED curing lights. **Journal of Esthetic and Rest Dent**, v.14, p.286-95, 2002.
- LINDBERG, A.; PEUTZFELDT, A. effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. **Clin Oral Invest**, v.9, p.71-6, 2005.
- MACHADO, C. T. et al. Avaliação da microdureza de uma resina composta híbrida submetida a três tipos de aparelhos fotopolimerizadores. **J Bras Clin Odontol Int**, Curitiba, v.06, n.32, p. 165 – 9, 2002.
- NOMOTO, R. Effect of light wavelength on polymerization of light-cured resins. **Dent Mater J**, v.16, p.60-73, 1997.

- O'REILLY, M., RAY, N.J., MCCONNELL, R.J., HAN-NIGAN, A. Surface microhardness of a nanofilled resin composite: a comparison of a tungsten halogen and a light-emitting diode light curing unit, in vitro. **Eur J Prosthodont Restor Dent**, v.15, n.4, p.146-52, 2007.
- PEREIRA, S.K. **Resina composta fotopolimerizável.** Avaliação da dureza superficial em função de: cor, tempo de exposição, intensidade de luz e profundidade do material. Araraquara, 1999. (Tese de Doutorado em Dentística Restauradora). Faculdade de Odontologia – Universidade Estadual Paulista.
- PEREIRA, S. K.; PORTO, C. L. de A.; MENDES, A. J. D. Efeitos de diferentes sistemas de fotopolimerização na dureza superficial de uma resina composta. **JBC**, v.05, n.26, p.156 – 61, mar/abr, 2001.
- PIRES, H.C. **Comparação de dois sistemas de fotoativação de resinas compostas, LED e lâmpada halógena: avaliação através de dureza em amostras de resina composta.** Bauru, 2005. (Tese de Mestrado em Odontologia – Materiais Dentários) Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.
- PRADHAN, R. D.; MELIKECHI, N.; EICHMILLER F. The effect of irradiation wavelength bandwidth and spot size on the scraping depth and temperature rise in composite exposed to an argon laser or a conventional quartz-tungsten-halogen source. **Dent Mater**, v.18, p.221-6, 2002.
- RISSI, R.C.; CABRAL, A. Fotopolimerização: principais variáveis clínicas que podem interferir no processo. **Rev. APCD**, v.56, n.2, p.123-8, 2002.
- RUEGGEBERG, F.A. et al. LED Curing Lights – What's New? **Compendium**, v.26, n.8, 2005.
- RUEGGEBERG, F.A. et al. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Oper Dent**, v.19, n.1, p.26-32, 1994.
- SANTOS, L.A. et al. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de exposição em diferentes profundidades. **Pes Odontol Bras**, v.14, n.1, 2000.
- SILVA, E.M., POSKUS, L.T.; GUIMARÃES, J.G.A. Influence of light-polymerization modes on the degree of conversion and mechanical properties of resin composites: A comparative analysis between a hybrid and a nanofilled composite. **Oper Dent**, v.3, n.33, p.287-293, 2008.
- SOH, M.S.; YAP, A.U.J.; SIOW, K.S. Comparative depths of cure among various curing light types and methods. **Oper Dent**, v.29, n.1, p.9-15, 2004.
- TSAI, P.C.L.; MEYERS, I.A.; WALSH, L.J. Depth of cure and surface microhardness of composite resin cured with blue LED curing lights. **Dent Mat**, v.20, p.364-9, 2004.
- UHL, A. et al. The influence of storage and indenter load on the Knoop hardness of dental composites polymerized with LED and halogen technologies. **Dent Mat**, v.20, p.21-8, 2004.