

Influência da fonte fotoativadora na resistência à tração diametral de cimento de ionômero de vidro modificado por resina

Influence of photoactivating light source in the diametral tensile strength of resin-modified glass-ionomer cement

Daniela Francisca Gigo Cefaly*
 Clemente Guilherme Cezar Kaimen*
 Jean Rodrigo dos Santos*
 Linda Wang*
 Joubert Antonio Sallum Al'Osta*
 Eraldo Jannone da Silva*

* Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

Resumo

Este estudo analisou a resistência à tração diametral de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina fotoativado com unidade a base de LED (Light Emitting Diodes) comparativamente à luz halógena. Para o teste, o cimento de ionômero vidro Fuji II LC Improved (GC) foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante e inserido em matriz (6,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de altura). Após a inserção, o cimento foi fotoativado com duas unidades de fotoativação: LED (Radii – SDI) ou halógena (Optilight Plus – Gnatus). Cinco espécimes foram preparados para cada unidade de fotoativação. Em seguida, os espécimes foram armazenados em água deionizada por 24 h. Os testes foram realizados em máquina de ensaios universal a velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram submetidos ao Teste t ($p < 0,05$). Os espécimes fotoativados com LED apresentaram menor resistência à tração diametral que aqueles fotoativados com lâmpada halógena.

Palavras-chave: Cimento de ionômero de vidro. Resistência à tração diametral. Diodos emissores de luz.

Abstract

The present study analyzed the diametral tensile strength of resin-modified glass-ionomer cement which was photoactivated with LED (Light Emitting Diodes) curing unit compared to a halogen light source. For the test, the glass-ionomer cement Fuji II LC Improved (GC) was handled according to manufacture's instructions and inserted into matrix (6.0 mm of diameter and 3.0 mm of height). After insertion, the material was photoactivated with two curing units: LED (Radii – SDI) or halogen (Optilight Plus – Gnatus). Five specimens were prepared for each curing unit. Then, specimens were stored into deionized water for 24 h. Tests were performed in a universal test machine at a crosshead speed of 0.5 mm/min. Data were analyzed by t Test ($p < 0.5$). Specimens photoactivated with LED showed higher diametral tensile strength than those photoactivated with halogen lamp.

Key words: Glass-ionomer cements. Diametral tensile strength. Light emitting diodes.

1 Introdução

As unidades de fotoativação que utilizam lâmpada halógena são as fontes mais freqüentemente utilizadas pelo cirurgião-dentista para a polimerização de materiais resinosos. Sua grande vantagem é o baixo custo da tecnologia envolvida, enquanto suas limitações incluem a geração de altas temperaturas e, com o tempo, o declínio da irradiação (MARTIN, 1998; MIYAZAKI et al., 1998).

Inúmeras tecnologias para a fotoativação destes materiais têm sido desenvolvidas e testadas e, dentre estas, a tecnologia baseada em LED (Light Emitting Diodes ou diodos emissores de luz) tem se destacado. Seus benefícios incluem redução na emissão de calor e um espectro reduzido de emissão de luz, próximo ao de absorção da canforquinona, iniciadora da polimerização dos monômeros resinosos (MILLS; JANDT; ASHWORTH, 1999).

Os estudos presentes na literatura envolvem a

utilização dos LEDs na fotoativação de resinas compostas (BALA; OLMEZ; KALAYCI, 2005; DUNN; BUSH, 2002; JANDT et al., 2000; STAHL et al., 2000; UHL; MILLS; JANDT, 2003). Não foram encontrados, no entanto, estudos com os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, que também necessitam de fotoativação.

O teste de Resistência à Tração Diametral (RTD) tem sido utilizado por muitos pesquisadores para avaliar cimentos de ionômero de vidro, por se constituir num teste confiável e de simples realização (AGUIAR et al., 2005; FONSECA; SANTOS; ADABO, 2005; KERBY; KNOBLOCH; THAKUR, 1997; PEREIRA et al., 2002; SOARES et al., 2005; UNO; FINGER; FRITZ, 1996).

Assim, o presente estudo se propõe avaliar a RTD de cimento de ionômero de vidro modificado por resina fotoativado por LED, possibilitando ao cirurgião-dentista o conhecimento do efeito do LED nesta categoria de material sob o ponto de vista mecânico.

2 Objetivo

O objetivo deste estudo é avaliar a Resistência à Tração Diametral de cimento de ionômero de vidro modificado por resina fotoativado com LED, comparando àquela obtida com a fotoativação com luz halógena.

3 Fundamentação Teórica

Os aparelhos de fotoativação mais usados na prática odontológica têm sido os que utilizam lâmpadas halógenas, por sua efetividade comprovada e custo relativamente baixo. As lâmpadas halógenas produzem luz por incandescência, num largo espectro de emissão, onde está contida a porção azul, que é a de interesse na ativação de iniciadores da polimerização de materiais resinosos. Para selecionar apenas essa região azul, são usados filtros para bloquear a emissão de comprimentos de onda indesejáveis (MILLS; JANDT; ASHWORTH, 1999). Tais aparelhos emitem um espectro de luz com comprimento de onda entre 400 e 500nm (SOH; YAP; SLOW, 2003) e ativam a canforoquinona, que é o iniciador da polimerização presente na maioria das resinas compostas e que apresenta pico máximo de absorção de energia em 468nm. Outros iniciadores como PPD (fenil propanodiona) e BAPO (bis-acylphosphinóxide) que absorvem energia fora do espectro entre 450-490nm também serão ativados, o que constitui uma vantagem.

Com o objetivo de superar as limitações dos aparelhos de fotoativação com lâmpada halógena, as unidades de fotoativação com LEDs foram introduzidas no mercado. A descoberta do LED azul se deve aos trabalhos de Nakamura (1993). Em 1995, Mills sugeriu a utilização da tecnologia LED como uma alternativa técnica para a fotoativação de materiais resinosos.

Segundo Duke (2001), os LEDs com aplicação odontológica são semicondutores sólidos que convertem energia elétrica diretamente em luz azul, a qual é capaz de excitar a canforoquinona. Comparativamente aos aparelhos com lâmpada halógena, os aparelhos com LEDs apresentam um espectro de irradiância coincidente com a absorbância da canforoquinona, o que os tornam ideais para os materiais que contenham este fotoiniciador na sua composição.

Desde a descoberta dos LEDs azuis e da possibilidade da sua aplicação na Odontologia, vários aparelhos foram desenvolvidos e diversos estudos foram realizados, buscando comparar seu desempenho com o dos aparelhos de lâmpadas halógenas.

Assim, Jandt et al. (2000) mostraram que a profundidade de polimerização mínima necessária, de acordo com o ISO 4049, e propriedades mecânicas similares às das resinas testadas foram alcançadas com as unidades à base de LED. Outro estudo realizado por Stahl et al. (2000) demonstrou que, com uma mesma baixa potência (100 mW/cm²), as unidades LED podem até proporcionar uma maior profundidade de polimerização e um maior grau de conversão que as unidades de fotoativação com lâmpada halógena.

Contrariamente, Kurachi et al. (2001) verificaram que

o LED estudado (79 mW/cm²) requeria aproximadamente 100 segundos para produzir a mesma microdureza Vickers que a lâmpada halógena (475 mW/cm²) com tempo de 40 segundos numa profundidade de 1,8 mm. Dunn e Bush (2002) demonstraram que as unidades com lâmpadas halógenas (900 e 1030 mW/cm²) produziam dureza de topo e base dos espécimes significativamente maior do que as duas unidades comerciais de LED avaliadas (150 mW/cm²).

Os trabalhos mais recentes, nos quais são utilizadas gerações de LEDs com maiores densidades de potência, têm demonstrado não haver diferença significativa nas propriedades das resinas entre unidades LED e halógena (BALA; OLMEZ, KALAYCI, 2005; PRICE; FELIX; ANDREOU, 2005; UNO; FINGER; FRITZ, 1996).

No entanto, não foram encontrados na literatura estudos com os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (CIVMRs) fotoativados com unidades com LEDs. Este é um importante aspecto a ser considerado, uma vez que os profissionais que estão utilizando unidades com LEDs para a fotoativação de resinas compostas também estão utilizando o mesmo aparelho para a fotoativação dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina.

Vários autores têm utilizado o teste de RTD para a avaliação dos cimentos de ionômero de vidro (KERBY; KNOBLOCH; THAKUR, 1997; PEREIRA et al., 2002; UNO; FINGER; FRITZ, 1996). Este teste consiste na aplicação de uma força de compressão no longo eixo dos espécimes (diâmetro), gerando uma tensão de tração, o que leva a uma fratura dos espécimes em duas partes iguais. Muitas falhas nas restaurações estão relacionadas à tensão de tração que sofrem durante os esforços mastigatórios. Consequentemente, uma alta resistência à tração é uma das condições para o sucesso clínico das restaurações. Assim, por ser um teste simples e confiável, muitos autores estão utilizando o teste de RTD para a avaliação da polimerização de materiais resinosos (AGUIAR et al, 2005; FONSECA; SANTOS; ADABO, 2005; SOARES et al, 2005).

Diante do exposto, percebe-se a importância do estudo da influência de unidades de fotoativação à base de LED nas propriedades dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. Tal estudo pode ser realizado por meio do teste de RTD, utilizado por muitos pesquisadores na avaliação de cimentos de ionômero de vidro, conforme demonstrado.

4 Materiais e Métodos

O teste de Resistência à Tração Diametral foi realizado em corpos-de-prova preparados com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji II LC Improved (GC) (Foto 1). O teste foi realizado de acordo com a Especificação nº 27 da American Dental Association (ADA).

Desta forma, o material foi proporcionado e manipulado segundo as instruções dos fabricantes e, em seguida, inserido em matrizes cilíndricas de aço inoxidável (6,0 X 3,0 mm) com auxílio de pontas plásticas adaptadas a uma seringa CENTRIX (Foto 2). A inserção foi realizada com ligeiro excesso, uma tira de poliéster foi

colocada sobre o material e, sobre esta, uma lamínula de vidro. Uma ligeira pressão digital foi realizada para o extravasamento dos excessos.



Foto 1. Material utilizado

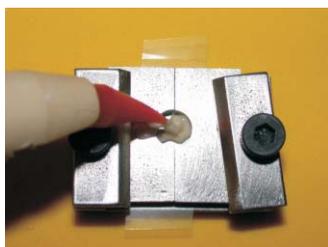


Foto 2. Inserção do material na matriz.

Na seqüência, o material foi fotoativado. Assim, dois grupos foram obtidos com a fotoativação por duas fontes diferentes de luz: diodos emissores de luz - LED (Radii - SDI) e luz emitida por lâmpada halógena Optilight Plus - Gnatus (Foto 3). Cada corpo-de-prova foi polimerizado por 20 segundos de cada lado a fim de obter uma polimerização completa.



Foto 3. Fotopolimerizadores utilizados.

Em seguida, os corpos-de-prova foram armazenados por 24 h em frascos à prova de luz (Foto 4) e submetidos ao teste de Resistência à Tração Diametral. Neste



Foto 4. Corpo-de-prova e frasco utilizado para armazená-lo.

teste, os corpos-de-prova foram adaptados entre as plataformas da máquina de ensaios Kratos e comprimidos a uma velocidade de 0,5 mm/min (Foto 5). Os dados obtidos foram tabulados e submetidos ao Teste t ($p < 0,05$).

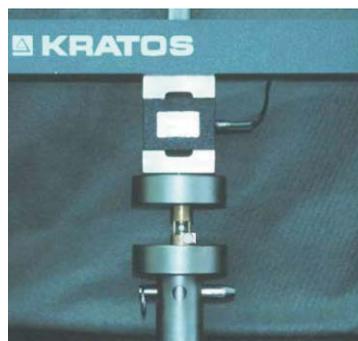


Foto 5. Corpo-de-prova adaptado à máquina de ensaios.

5 Resultados

Os resultados podem ser observados no Gráfico 1.

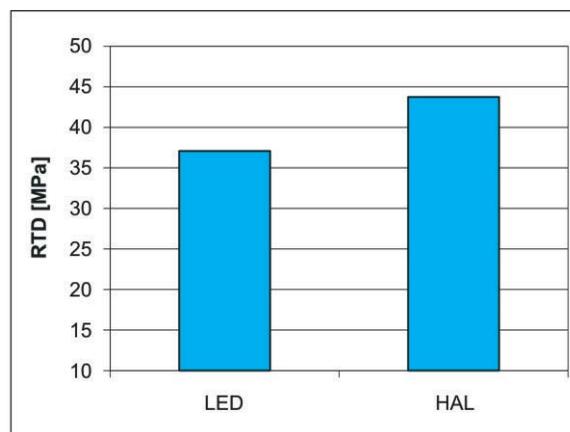


Gráfico 1. Título?????

As médias (desvios-padrão) do Fuji II LC Improved fotoativado com LED e lâmpada halógena foram 37,18 (4,54) e 43,73 (3,59), respectivamente.

A análise estatística mostrou diferença significativa na resistência à tração diametral ($p = 0,035$) entre as fontes de luz testadas, uma vez que a resistência do Fuji II LC Improved fotoativado com lâmpada halógena foi maior que quando fotoativado com LED.

6 Discussão

Desde a introdução de unidades fotoativadoras à base de LED na Odontologia, várias pesquisas estão sendo realizadas com o objetivo de comparar sua habilidade na polimerização de resinas compostas com a das lâmpadas halógenas convencionais. Diferentemente dos primeiros estudos (DUNN; BUSH, 2002; KURACHI et al., 2001), investigações mais recentes têm mostrado que as novas gerações de LEDs podem até mesmo resultar em resinas com propriedades superiores comparadas às fontes halógenas utilizadas (BALA;

OLMEZ; KALAYCI, 2005; UHL; SIGUSCH; JANDT, 2004).

Entretanto, os resultados do presente estudo mostraram que a Resistência à Tração Diametral dos espécimes fotoativados com LED foi menor que a dos fotoativados com lâmpada halógena. Vários fatores podem influenciar na polimerização de materiais resinosos e, conseqüentemente, nas suas propriedades mecânicas. Estes fatores podem estar relacionados ao material, às características dos corpos-de-prova e também às unidades de fotoativação.

Em relação ao material, trabalhos têm demonstrado a influência da composição e de características intrínsecas, como o tipo e tamanho das partículas de carga, além da cor na polimerização (FORSTEN, 1984). No presente estudo, apenas um material foi utilizado, descartando-se, portanto, a influência da composição e da cor (A3) na polimerização.

Da mesma forma, os corpos-de-prova foram todos padronizados, com a mesma proporção pó/líquido, determinada em balança de precisão, e com as mesmas dimensões, evitando-se também a influência de tais variáveis.

Assim sendo, a única variável neste estudo foi a fonte de luz. A densidade de potência (ou irradiância) dos aparelhos foi determinada em radiômetro (Demetron), sendo, respectivamente, 400mW/cm² e 600mW/cm² para a unidade halógena e para a unidade LED. Desta forma, poderia ser esperada uma maior RTD dos espécimes fotoativados com LED. No entanto, os espécimes fotoativados com lâmpada halógena apresentaram maior RTD. A temperatura gerada pela fonte de luz pode estar relacionada a esta constatação. O trabalho de Yap e Soh (2003) mostrou que as unidades LEDs estudadas apresentaram menor aumento de temperatura que as unidades halógenas. Comparando-se inclusive aparelhos com densidade de potência semelhantes (LEDs com 600mW/cm² e halógena com 650mW/cm²), verificou-se que a temperatura gerada foi mais que três vezes superior para a unidade halógena que para a unidade LED. Em continuidade à pesquisa de Yap e Soh (2003) no trabalho de Soh, Yap e Siow (2003) que comparou a profundidade de polimerização relacionada a várias fontes de luz, discute-se o fato de que o calor produzido pelas unidades de fotoativação pode ser útil no processo de polimerização. Lovell et al. (2003) também verificaram em seu estudo que o maior grau de conversão da resina composta estudada ocorreu devido a uma combinação de maior densidade de potência e maior temperatura gerada pela unidade de fotoativação.

Deve-se considerar, ainda, que as lâmpadas halógenas presentes nas unidades de fotoativação tradicionais emitem um espectro de luz de 360 a 500 nm. A maioria dos materiais resinosos tem a canforoquinona como iniciador da polimerização que é sensível à luz na região do espectro visível azul. De acordo com Nomoto (1997), o comprimento de onda mais eficiente é 470 nm. O LED tem comprimento de onda de aproximadamente 470 nm e, conseqüentemente, produz uma fotoativação eficiente. Por outro lado, é importante enfatizar que nem todos os materiais resinosos possuem a canforoquinona como

fotoiniciador. A bula do Fuji II LC não contém o tipo de fotoiniciador do produto. Portanto, especula-se o fato de que o CIVMR testado no presente estudo tenha um fotoiniciador diferente ou uma combinação de fotoiniciadores, o que poderia levar a uma polimerização deficiente e menor RTD com o LED.

7 Conclusão

A resistência à tração diametral do cimento de ionômero de vidro modificado por resina estudado foi menor quando este foi fotoativado com LED do que quando fotoativado com unidade halógena.

Referências

- AGUIAR, F.H. et al. Hardness and diametral tensile strength of a hybrid composite resin polymerized with different modes and immersed in ethanol or distilled water media. *Dental Materials*, Kidlington, v. 21, n. 12, p.1098-10103, Dec. 2005.
- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Material. Specification no 27 for direct filling resins. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 94, n. 6, p. 1191-4, June 1977.
- BALA, O; OLMEZ, A.; KALAYCI S. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. *Journal of Oral Rehabilitation*, Oxford, v.32, n. 2, p. 134-40, Feb. 2005.
- CATTANI-LORENTE, M.A. et al. Comparative study of the physical properties of a polyacid-modified resin and a resin-modified glass ionomer cement. *Dental Materials*, Kidlington, v.15, n.1, p.21-32, Jan. 1999.
- DUKE, E.S. Light-emitting diodes in composite resin photopolymerization. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, Jamesburg, v. 22, n. 9, p. 722-5, Sep. 2001.
- DUNN, W.J.; BUSH, A.C. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 133, n. 3, p. 335-41, Mar. 2002.
- FONSECA, R.G.; SANTOS, J.G.; ADABO, G.L. Influence of activation modes on diametral tensile strength of dual-curing resin cements. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 267-71, 2005.
- FORSTEN, L. Curing depth of visible light-activated composites. *Acta Odontologica Scandinavica*, Oslo, v. 42, n. 1, p. 23-28, Feb. 1984.
- JANDT, K.D. et al. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dental Materials*, Kidlington, v. 16, n. 1, p. 41-7, Jan. 2000.
- KERBY, R.E.; KNOBLOCH, L.; THAKUR, A. Strength properties of visible-light-cured resin-modified glass-ionomer cements. *Operative Dentistry*, Seattle, v. 22, n. 2, p.79-83, Mar./Apr. 1997.

- KNEZEVIC, A. et al. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. *Journal of Oral Rehabilitation*, Oxford, v. 28, n. 6, p. 586-91, Jun. 2001.
- KURACHI, C.; et al. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dental Materials*, Kidlington, v. 17, p. 309-315, 2001.
- LOVELL, L.G.; et al. The effect of light intensity on double bond conversion and flexural strength of a model unfilled dental resin. *Dental Materials*, Kidlington, v. 19, n. 6, p. 458-65, Sep. 2003.
- MARTIN, F.E. A survey of the efficiency of visible light curing units. *Journal of Dentistry*, v. 26, n. 3, p. 239-43, Mar. 1998.
- MIYAZAKI, M. et al. Evaluation of curing units used in private dental offices. *Operative Dentistry*, Seattle, v. 23, n. 2, p. 50-54, Mar./Apr. 1998.
- MILLS, R.W. Blue Light emitting diodes – another method of light curing. *British Dental Journal*, London, v. 178, n. 5, p. 169, Mar. 1995. (carta ao editor)
- MILLS, R.W.; JANDT, K.D.; ASHWORTH S, H. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *British Dental Journal*, London, v. 186, n. 8, p. 388-391, Apr. 1999.
- NOMOTO, R. Effect of light wavelength on polymerization of light-cured resins. *Dental Materials*, Kidlington, v. 16, n. 1, p. 60-73, June 1997.
- PEREIRA, L.C.G; et al. Mechanical properties and bond strength of glass-ionomer cements. *Journal of Adhesive Dentistry*, New Malden, v. 4, n. 1, p. 73-80, 2002.
- PRICE, R.B.T; FELIX, C.A.; ANDREOU, P. Knoop hardness of ten composites irradiated with high-power LED and quartz-tungsten-halogen lights. *Biomaterials*, v.26, n.15, p. 2631-41, May 2005.
- SOARES, C.J. et al. Mechanical properties of light-cured composites polymerized with several additional post-curing methods. *Operative Dentistry*, Seattle, v. 30, n. 3, p. 389-94, May/June 2005.
- SOH, M.S.; YAP, A.U.J.; SIOW, K.S. The effectiveness of cure of LED and halogen curing lights at varying cavity depths. *Operative Dentistry*, Seattle, v. 28, n. 6, p. 707-15, Nov./Dec. 2003.
- STAHL, F. et al. Light-emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerization potential. *Biomaterials*, Guilford, England, v. 21, n. 13, p. 1379-85, Jul. 2000.
- UHL, A.; MILLS, R. W.; JANDT, K. D. Polymerization and Light induced Heat of Dental Composites cured with LED and Halogen Technology. *Biomaterials*, [Guilford, England], v. 24, n. 10, p. 1809-1820, May 2003.
- UHL, A.; SIGUSCH, B.W.; JANDT, K.D. Second generation LEDs for the polymerization of oral biomaterials. *Dental Materials*, Kidlington, v. 20, n. 1, p. 80-7, Jan. 2004.
- UNO S.; FINGER, W.J.; FRITZ, U. Long-term mechanical characteristics of resin-modified glass ionomer restorative materials, *Dental Materials*, Kidlington, v. 12, n. 1, p. 64-9, Jan. 1996.
- YAP, A.U.J; SOH, M.S. Thermal emission by different light-curing units. *Operative Dentistry*, Seattle, v. 28, n. 3, p. 260-6, May/June 2003.

Daniela Francisca Gigo Cefaly*

Doutora em Odontologia pela Universidade de São Paulo (USP).
Docente da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

e-mail: <dcefaly@uol.com.br>

Clemente Guilherme Cezar Kaimen

Discente da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

e-mail: <cgkaimen@hotmail.com>

Jean Rodrigo dos Santos

Especialista em Dentística pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

e-mail: <jeansantos@gmail.com>

Linda Wang

Doutora em Odontologia pela Universidade de São Paulo (USP).
Docente da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

e-mail: <wang.linda@uol.com.br>

Joubert Antonio Sallum Al'Osta

Mestrando em Odontologia pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).
Docente da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

e-mail: <joubert.osta@unopar.br>

Eraldo Jannone da Silva

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (USP).
Docente da Universidade de São Paulo (USP).

e-mail: <eraldojs@sc.usp.br >

*** Endereço para correspondência:**

Av. Inglaterra, 770 – Jardim Igapó – CEP 86046-000 Londrina,
Paraná, Brasil.
