

Avaliação da microdureza knoop de cimentos resinosos fotoativados por diferentes modulações

Evaluation of the Knoop Microhardness of Resin Cements Photoactivated by Different Modulations

Laura Firmo de Carvalho¹, Gabriela do Nascimento Sundqvist², Diogo de Azevedo Miranda³

¹ Acadêmica curso de Odontologia pela Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora Suprema, ² Acadêmica curso de Odontologia - Acadêmica, ³ Doutor em Clínica Odontológica área de concentração em Dentística FOP/UNICAMP - Professor Adjunto do curso de Odontologia da FCMS/Suprema.

RESUMO

Introdução: Com a inovação de técnicas e evolução dos materiais odontológicos, a indicação clínica das cerâmicas de baixa espessura pode ser feita com maior previsibilidade e confiança. Atualmente, cerâmicas de alta resistência tem sido confeccionadas com espessuras entre 0,3 e 0,5 mm, que são chamados de laminados cerâmicos ou lentes de contatos dentais. **Objetivo:** Avaliar a microdureza knoop da superfície de topo de dois cimentos resinosos: NX3 Light Cure(Kerr) e RelyX Veneer (3M ESPE), utilizados para a cimentação de lentes de contato, polimerizados por dois diferentes métodos de fotoativação.(High e soft). **Método:** Foi confeccionado um disco (0,3mm de espessura e 8 mm de diâmetro) de cerâmica IPS Empress e-max na cor B1. Sobre uma placa de vidro, foi colocada uma tira de poliéster e, em seguida, foi posicionada uma matriz cilíndrica de teflon com 6mm de diâmetro e 1mm de espessura, obtendo 40 corpos de prova (n=10). **Resultados:** Independente do modo de fotoativação testado, o cimento Relyx Venner apresentou valores de microdureza significativamente maiores em relação ao cimento NX3. Outro resultado apresentado é que independente do cimento resinoso testado, o modo de fotoativação High obteve valores maiores em relação ao modo Soft. Em todas as análises foi considerado o nível de significância de 5%. **Conclusão:** Independente do modo de fotoativação testado, o cimento RelyX Venner apresentou valores de microdureza significativamente maiores em relação ao cimento NX3. Além disso, independente do cimento resinoso testado, o modo de fotoativação High obteve valores de microdureza maiores em relação ao modo Soft-Start.

Palavras-chave: Cimentos de Resina; Testes de Dureza; Cerâmica

ABSTRACT

Introduction: With the innovation of techniques and evolution of dental materials, the clinical indication of low thickness ceramics can be made with greater predictability and confidence. Currently, high strength ceramics have been made with thicknesses between 0.3 and 0.5 mm, which are called ceramic laminates or dental contact lenses. **Objective:** To evaluate the knoop microhardness of the top surface of two resin cements: NX3 Light Cure (Kerr) and RelyX Veneer (3M ESPE), used for the cementation of contact lenses, polymerized by two different photoactivation methods (High and Soft). **Method:** A disk (0.3 mm thick and 8 mm diameter) made of IPS Empress e-max ceramic in color B1 was made. A polyester strip was placed on a glass plate and a 6mm diameter, 1mm thick Teflon matrix was obtained, obtaining 40 specimens (n = 10). **Results:** Regardless of the mode of photoactivation tested, the Relyx Venner cement had significantly higher microhardness values than the NX3 cement. Another result presented is that, independent of the resin cement tested, the high photoactivation mode obtained higher values in relation to the Soft mode. In all analyzes the significance level of 5% was considered. **Conclusion:** Regardless of the mode of photoactivation tested, the RelyX Venner cement had significantly higher microhardness values than the NX3 cement. In addition, regardless of the resin cements tested, the high photoactivation mode obtained higher microhardness values than the Soft-Start mode.

Keywords: Resin Cements; Hardness Tests; Ceramics

INTRODUÇÃO

Com a evolução dos materiais e técnicas em odontologia, bem como o advento da retenção adesiva, começaram a ser adotados preparos mais conservadores, realizando mínimo desgaste dentário, sendo possível, em alguns casos até mesmo o não-preparo¹.

A indicação clínica das cerâmicas de baixa espessura pode ser feita com maior previsibilidade e confiança, devido ao aprimoramento das propriedades mecânicas, comportamento biológico aliado às propriedades óticas e estéticas. Entre as indicações, destacam-se presença de diastemas anteriores e dentes com linguoversão, correção de pequenas imperfeições como discretas alterações de posição, cor, forma e comprimento. Podem ser eficientes para mascarar restaurações classe III, IV ou V¹⁻³.

Os cimentos fotopolimerizáveis são utilizados para cimentação de facetas e lentes de contato, nas quais a polimerização química não é fator primordial. No entanto, diminuiu a profundidade de efetividade com o aumento da espessura da incrustação causada pela atenuação da luz que tem limitado a sua utilização para facetas laminadas⁴. A principal barreira dos cimentos fotoativados consiste na dependência da quantidade de fótons que atinge o mesmo para excitação do fotoiniciador, que geralmente é a canforoquinona. Além disso, a ativação também é dependente do comprimento de onda da luz que atinge o material, da potência pela irradiância do aparelho fotopolimerizador⁵. Quanto mais próximo do pico de absorção for a luz emitida, mais efetivo será o efeito sobre esse fotoiniciador. No entanto, à medida que a luz passa através de restaurações cerâmicas de maior espessura, pouco translúcidas e de cores escuras pode ocorrer uma diminuição da incidência de luz e isso ocasionaria perda significativa de parte da luz que pode ser absorvida, dispersada ou refletida e, conseqüentemente, atenuada, comprometendo-se assim a polimerização do cimento⁶.

Os novos conceitos de fotoativação, juntamente aos diferentes tipos de aparelhos presentes no mercado, permitem ao dentista inúmeras formas de procedimentos com relação à fotopolimerização dos materiais. No entanto, é imprescindível o conhecimento das vantagens e desvantagens dos métodos e sistemas de fotoativação, como a sua influência no selamento marginal das restaurações, bem como na manutenção das propriedades mecânicas dos materiais restauradores⁷. No intuito de atenuar a geração de tensões durante o processo de polimerização, alguns trabalhos vêm utilizando diferentes abordagens de fotoativação, tais como de baixa intensidade em luz contínua, alta intensidade em luz contínua, fotoativação em passos (Soft-Start) e pulso tardio (Pulse delay). O objetivo principal desses métodos consiste em prolongar a fase pré-gel dos compósitos odontológicos permitindo maior tempo para o escoamento dos monômeros e, conseqüentemente, diminuição das tensões geradas pela contração de polimerização^{8,9}.

A fotopolimerização caracteriza-se pela transformação das moléculas de monômeros em moléculas de polímeros. Com o intuito de realizar tal procedimento com alto padrão de eficiência, foram criados novos conceitos de fotoativação, aliados aos diferentes aparelhos presentes no mercado. Tornando assim imprescindível o conhecimento das vantagens e desvantagens de cada método de fotopolimerização, como também qual o melhor método de acordo com os materiais que serão fotoativados.^{10,11} Com o objetivo de diminuir o grau de tensões, e possíveis formações cadeias poliméricas consideravelmente fracas, estudiosos propuseram diferentes métodos de fotoativação. Sendo eles: Baixa intensidade em luz contínua (Low), Alta intensidade em luz contínua (High), fotoativação em passos (Soft-Start) e pulso tardio (Pulse delay).¹²

A ação do método Soft-Start em particular, consiste em prolongar a fase pré-gel dos compósitos odontológicos permitindo um tempo maior de escoamento dos monômeros. Essa técnica promoverá melhor adaptação marginal da restauração, devido ao relaxamento das tensões ocorrido no compósito durante a fase da polimerização inicial. Porém, nesse caso, a taxa de exposição à luz fica diminuída, podendo interferir no grau de polimerização do compósito e, conseqüentemente, afetar a dureza do material. Ao contrário do método High, onde os monômeros transformam-se em polímeros uniformemente e com isso, criam cadeias poliméricas mais resistentes.¹²⁻¹⁴

É importante salientar que os compósitos são influenciados não só pela qualidade de luz fotoativadora como também pelo tipo de material utilizado, incluindo composição do cimento resinoso e teor de material inorgânico, que é responsável pela longevidade do material na cavidade bucal.^{15,16}

Como a modulação de fotoativação e o teste de microdureza são parâmetros bastante controversos na literatura, o objetivo deste estudo foi avaliar a microdureza Knoop da superfície de topo de dois cimentos resinosos utilizados para cimentação de lentes de contato, polimerizados por dois diferentes métodos de fotoativação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento Experimental

Os fatores em estudo foram os cimentos resinosos fotopolimerizáveis NX3 Nexus third generation light-cure resin cement (Kerr) e RelyX Veneer (3M ESPE), ambos na cor "Trans e os modos de fotoativação High e Soft Star do aparelho Led fotopolimerizador BluePhase Poliwave (Ivoclar Vivadent). A variável de resposta foram os valores de microdureza Knoop, na superfície de topo de cada corpo de prova.

Confeção dos corpos de prova

Previamente a confecção dos corpos de prova, foi solicitado ao laboratório de prótese odontológica a confecção de um disco (0,3mm de espessura e 8 mm de diâmetro) de cerâmica IPS Empress e-max

(dissilicato de lítio). O Técnico em prótese dentária confeccionou primeiramente um modelo do disco pela técnica da cera perdida, seguido de inclusão em anel para revestimento e, posteriormente, colocado em forno para processamento de revestimento para que, em seguida, fosse levado ao forno para injeção de Emax. A cor escolhida da pastilha de cor de cerâmica foi B1.

Os corpos de prova foram confeccionados por um único operador, conforme especificações da ISO 4049. Todos os corpos de prova foram confeccionados sob as mesmas condições de temperatura, iluminação e umidade relativa do ar e, em seguida divididos em quatro grupos (n=10), levando em consideração os fatores em estudo, que são as duas marcas comerciais dos cimentos resinosos e os modos de fotoativação (soft star e high).

Sobre uma placa de vidro, foi colocada uma tira de poliéster e, em seguida, foi posicionada uma matriz cilíndrica de teflon com 6mm de diâmetro e 1mm de espessura. O cimento foi inserido em incremento único, na matriz e sobre o conjunto foi posicionada outra tira de poliéster (Dentisply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil), sob pressão digital, para que ocorresse uma compactação do material e o excesso pudesse ser extravasado.

Após esta etapa, a lente de contato de 8mm de diâmetro e 0,3mm de espessura foi posicionada sobre a segunda tira de poliéster e procedeu-se a fotoativação por 20s, utilizando o aparelho fotopolimerizador encostado diretamente na lente de contato, de acordo com o modo de fotoativação proposto.

A utilização da matriz de poliéster foi para permitir que não houvesse adesão da cerâmica ao cimento resinoso, já que a intenção foi avaliar a propriedade do cimento e não a qualidade da adesão dos cimentos à cerâmica.

Após polimerização, os corpos de prova foram removidos da matriz e, em seguida, armazenados em recipientes escuros, para que nenhuma interferência externa de luz pudesse alterar a qualidade da fotoativação, até que os testes fossem realizados. A intensidade de luz nos dois modos de fotoativação foi medida através de um radiômetro digital (Hilux Led Max Curing Light Meter).

Teste de Microdureza Knoop (KNH)

O protocolo utilizado foi baseado no estudo de *Borges et al., 2010*¹⁷. A avaliação da mensuração da KHN foi efetuada na superfície de topo de cada corpo de prova através do aparelho (HNV-2T E, Shimadzu Corporation, Tóquio, Japão). Cinco endentações Knoop foram realizadas na superfície de todos os espécimes: uma central e as outras quatro na distância de, aproximadamente, 200µm da localização central, sob carga de 0,5Kg por 10s. Os valores das cinco endentações para cada superfície foram anotados e calculados a média final das superfícies de todas as unidades experimentais.

RESULTADOS

Análise Estatística

Após a análise exploratória dos dados foi aplicada análise de variância (ANOVA) em esquema fatorial (2X2) e as comparações múltiplas foram realizadas pelo teste de Tukey. Em todas as análises foi considerado o nível de significância de 5%.

Microdureza Knoop

A tabela 1 apresenta as médias e os desvios padrões dos valores de microdureza Knoop dos cimentos resinosos testados e dos modos de fotoativação utilizados no estudo. Neste caso observa-se que foi encontrada interação e diferença estatística entre as variáveis (modos de fotoativação e cimentos resinosos) ($p=0,03$). Pelos resultados encontrados, nota-se que, independente do modo de fotoativação testado, o cimento RelyX Vener apresentou valores de microdureza significativamente maiores em relação ao cimento NX3 Light Cure. Outro resultado apresentado nesta tabela é que independente do cimento resinoso testado, o modo de fotoativação High obteve valores de microdureza maiores em relação ao modo Soft-Start.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que independente do modo de fotoativação testado, o cimento resinoso RelyX Vener obteve melhor desempenho em relação ao cimento NX3. Sendo assim, por se tratar de dois cimentos resinosos fotopolimerizáveis, uma possível justificativa para o resultado de microdureza superior do cimento RelyX Vener pode ser explicada pela sua composição química.

Ao analisar a composição do cimento RelyX Vener, este cimento é composto por monômeros Bis-GMA (bisfenol-A glicidil metacrilato) e TEGDMA (dimetacrilato de trietileno glicol) com partículas de zircônia e sílica.¹⁸ A presença de TEGDMA reduz a viscosidade do cimento aumentando significativamente o grau de conversão ao polímero. O Bis-GMA é capaz de promover forte ligação de hidrogênio através do grupo hidroxila, aumentando o peso molecular, dando pouca mobilidade e alta rigidez. Acontece também um efeito sinérgico entre o Bis-GMA e o TEGDMA que aumenta a densidade de reticulação, ou seja, as ligações cruzadas entre as moléculas lineares produzindo polímeros tridimensionais com alta massa molecular.¹⁹ Sendo, neste caso, a microdureza uma medida indireta de se avaliar o grau de conversão de monômeros em polímeros, pode-se dizer que a maior presença de BIS-GMA e TEGDMA fez com que este cimento apresentasse maiores valores de microdureza Knoop, independente do modo de fotoativação. Já o cimento NX3 Light Cure tem em sua composição monômeros de ésteres de metacrilato não curados, cargas minerais inertes, ativa-

Tabela 1. Microdureza Knoop (desvio padrão) em função do tipo de cimento resinoso e do modo de fotoativação.

Modo de Fotoativação	Cimento Resinoso	
	NX3 Light Cure	RelyX Veneer
Soft-Start	58.32 (1,4) Aa	60.45 (2,3) Ba
High	63.23 (1,3) Ab	67.98 (2,0) Bb

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical comparando distância dentro de cada superfície) diferem entre si ($p \leq 0,05$).

dores e estabilizadores.²⁰ O fabricante não especifica quais os tipos de metacrilatos e não relata a existência de Bis-GMA ou TEGDMA, sendo esta uma possível hipótese para justificar os menores valores de microdureza desse cimento.

Outra fator em estudo testado neste estudo e que merece ser entendido é a diferença que ocorreu para os dois cimentos resinoso quando fotoativados de modos diferentes. Os resultados mostraram que independente do cimento testado, o modo de fotoativação High Power (intensidade de luz permanentemente elevada) apresentou valores de microdureza Knoop maior que o modo Soft-Start (aumento gradual de intensidade de luz com uma tensão de contração reduzida e temperatura mais baixa). Possivelmente, isso pode ser explicado porque no método Soft Start o aparelho realiza ciclo inicial de 5 segundos com luz de baixa irradiância (média de 601 mW/cm²) e, em seguida, atinge um pico maior de irradiância (média de 1079 mW/cm²) durante 15 segundos. Consequentemente, quando a luz era ligada o aparelho não atingia a intensidade máxima de luz, permanecendo a baixa intensidade em um primeiro instante, e só atingindo sua intensidade máxima pouco antes ao término do ciclo. Com isso, a eficácia ativadora de fotopolimerização se dá somente à repetição dos ciclos, embora o somatório da intensidade repetida dos ciclos seja insuficiente comparada ao modo de ativação de luz contínua (High). Portanto, os corpos de prova submetidos ao método Soft Start foram sujeitos à menores taxas de energia de luz, causando menor microdureza.¹⁴

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados nesse estudo podemos concluir que:

- Independente do modo de fotoativação, o cimento resinoso Rely X Veneer apresentou maior valor de microdureza Knoop quando comparado ao cimento NX3 Light Cure.
- O modo de fotoativação High apresentou maior valor de microdureza Knoop quando comparado ao modo Soft Start, independente do cimento resinoso.

REFERÊNCIAS

1. Shetty A. et al. Survival rates of porcelain laminate restoration based on different incisal preparation designs: an analysis. *Conserv. J. Dent.* 2011; 14:10-5.
2. Strassler HE, Weiner S. Long term clinical evaluation of etched porcelain veneers. *J Dent Res.* 2001;80:60.
3. Mazaro, J. V. Q. et al. Considerações clínicas para a restauração da região anterior com facetas laminadas. *Revista Odontológica de Araçatuba* 2009; 30(1): 51-4.
4. El-Badrawy WA, El-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent.* 1995; 73:515-24.
5. Pergoraro TA, Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2): 453-71.
6. Arrais CA, Giannini M, Rueggeberg FA. Effect of sodium sulfinate salts on the polymerization characteristics of dual-cured resin cement systems exposed to attenuated light-activation. *J Dent.* 2009;37(3):219-27.
7. Giorgi MCC, Dias CTS, Paulillo LAMS. Influência das fontes fotoativadas resadas e halógena e do tempo de exposição na microdureza knoop de compósitos odontológicos. *Cienc Odontol Bras.* 2008; 11(4):18-23.
8. Alonso RC, Cunha LG, Correr GM, Cunha Brandt W, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Relationship between bond strength and marginal and internal adaptation of composite restorations photocured by different methods. *Acta Odontol Scand.* 2006;64:306-13.
9. Cunha LG, Alonso RC, Pfeifer CS, Correr-Sobrinho L, Ferracane JL, Sinhoreti MA. Modulated photoactivation methods: Influence on contraction stress, degree of conversion and push-out bond strength of composite restoratives. *J Dent.* 2007; 35(4):318-24.
10. Baratieri LN, Monteiro SJ. *Odontologia Restauradora: Fundamentos & Técnicas.* São Paulo: Santos; 2012. Volume 1.
11. Santos MJMC, Silva e Souza JR MH, Mondelli RFL. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. *JBD.* 2002;1(1):14-21.
12. Cunha LG, Alonso RC, Correr GM, Brandt WC, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Effect of different photoactivation methods on the bond strength of composite resin restorations by push-out test. *Quintessence Int.* 2008 Mar;39(3):243-9.

-
13. Alonso RC, Cunha LG, Correr GM, Cunha Brandt W, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Relationship between bond strength and marginal and internal adaptation of composite restorations photocured by different methods. *Acta Odontol Scand* 2006;64:306-13.
 14. Consani S, Pereira SB, Sinhoreti MA, Correr Sobrinho L. Effect of the methods of photoactivation and insertion on the hardness of composite resins. *Pesqui Odontol Bras.* 2002; 16(4): 355-60.
 15. Nomoto R, Uchida K, Hirasawa T. Effect of light intensity on polymerization of light-cured composite resins. *Dent Mater J* 1994;13:198-205.
 16. Price RB, Felix CA, Andreou P. Knoop hardness of ten resin composites irradiated with high-power LED and quartz-tungsten-halogen lights. *Bio-materials.* 2005;26(15):2631-41.
 17. Borges AB, Yui KCK, D'avila TC, Takahashi CL, Torres CRG, Borges LS. Influence of Remineralizing Gels on Bleached Enamel Microhardness In Different Time Intervals. *Operative Dentistry.* 2010;35(2):180-6.
 18. Leal CL, Queiroz APV, Foxton RM, Argolo S, Mathias P, Cavalcanti AN. Water Sorption and Solubility of Luting Agents Used Under Ceramic Laminates With Different Degrees of Translucency. *Oper Dent.* 2016; 41(5):141-8.
 19. Gonçalves F, Kawano Y, Pfeifer C, Stansbury JW, Braga RR. Influence of BisGMA, TEGDMA, and BisEMA contents on viscosity, conversion, and flexural strength of experimental resins and composites. *Eur J Oral Sci.* 2009; 117(4):442-6.
 20. Ishikiriyama SK, Ordoñez-Aguilera JF, Maenosono RM, Volú FL, Mondelli RF. Surface roughness and wear of resin cements after toothbrush abrasion. *Braz Oral Res.* 2015; 29:1-5.