Efeito da posição da amostra e distância de fotoativação na dureza de resinas bulk-fill

Palavras-Chave: Resinas Compostas; Fotoiniciadores Dentários; Luzes de Cura Dentária.

Autores(as):

NICOLLAS WIGLER FERREIRA CARDOSO, FOP–UNICAMP
PAULO MATIAS MOREIRA, FOP–UNICAMP
VITALIANO DE ARAÚJO GOMES NETO, FOP–UNICAMP
CARLOS ALBERTO KENJI SHIMOKAWA, FO–USP
BEATRIZ DE CÁSSIA ROMANO, FOP–UNICAMP
CAROLINA BOSSO ANDRÉ, FAO-UFMG
RICHARD BENGT THOMAS PRICE, DCS–DALHOUSIE
Prof. Dr. MARCELO GIANNINI (ORIENTADOR), FOP–UNICAMP

INTRODUÇÃO:

As resinas compostas do tipo bulk-fill foram desenvolvidas para permitir restaurações com incrementos únicos de até 4 mm de espessura, simplificando os procedimentos restauradores e reduzindo o tempo clínico. Uma das principais características atribuídas comercialmente a esses materiais é a utilização de sistemas iniciadores ternários, que, além do sistema tradicional canforquinona/amina, incorporam iniciadores derivados de óxidos fosfínicos (Leprince et al., 2013), os quais são mais reativos e exigem menor número de fótons para sua clivagem (de Oliveira et al., 2015). No entanto, esses iniciadores absorvem luz na faixa violeta (400–420 nm), que possui transmitância reduzida em comparação com a luz azul, o que pode resultar em limitações para a fotoativação de regiões mais profundas da cavidade.

Recentemente, aparelhos fotoativadores com emissores de múltiplos comprimentos de onda foram desenvolvidos para serem compatíveis com sistemas iniciadores ternários. No entanto, estudos mostram que esses dispositivos apresentam distribuição de luz irregular, com variações significativas na irradiância e no comprimento de onda do feixe de luz (Alqahtani et al., 2015). Além disso, em alguns aparelhos, o LED violeta está localizado em apenas uma extremidade na circunferência da ponta ativa. Isso, aliado à maior dispersão do espectro violeta, pode comprometer a ativação de fotoiniciadores do tipo Norrish I em regiões proximais, reduzindo a uniformidade da polimerização (Sinhoreti et al., 2018).

Outro fator relevante é a incompatibilidade entre o diâmetro das ponteiras dos fotoativadores e a extensão da restauração (Cardoso et al., 2022). Embora pontas menores aumentem a irradiância,

isso reduz a área efetiva, geralmente inferior à área nominal, devido à ausência de homogeneização do feixe (de Oliveira et al., 2019). Assim, o diâmetro da ponta não reflete adequadamente o desempenho do aparelho (Juckes et al., 2019). Além disso, a divergência do feixe e o aumento da distância reduzem a irradiância na superfície, comprometendo a polimerização (Shimokawa et al., 2020).

Considerando as variáveis clínicas que afetam a polimerização de compósitos, como a desatenção do operador e barreiras à passagem de luz, os parâmetros mínimos de irradiância e tempo definidos em laboratório mostraram-se insuficientes para garantir a eficácia clínica. Diante disso, este estudo avaliou o efeito do diâmetro da ponteira, da posição da amostra em relação à ponta ativa e da distância de fotoativação na microdureza de resinas compostas bulk-fill.

METODOLOGIA:

Materiais

Três compósitos do tipo bulk-fill foram avaliados neste estudo: Opus Bulk Fill APS (FGM Dental Group), Filtek One Bulk Fill (Solventum) e Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent). A composição e os respectivos fabricantes estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Materiais utilizados, composição e fabricantes.

Material	Composição	Fabricante	Lote
Opus Bulk Fill APS (OBS)	Matriz: UDMA. Partículas: Dióxido de silício silanizado (sílica), vidro de aluminosilicato de bário (76,5 % massa e 58,4 % volume)	FGM Dental Group, SC, Brasil	130223
Filtek One Bulk Fill (FOB)	Matriz: AUDMA, UDMA, AFM e 1, 12-dodecano-DMA Partículas: sílica não aglomerada, zircônia não aglomerada/não agregada, composto de zircônia/sílica agregada, trifluoreto de itérbio (76,5 % massa e 58,4 % volume)	Solventum, St. Paul, MN, USA	9247233 NF41661
Tetric N-Ceram Bulk Fill (TNC)	Matriz: Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA Partículas: vidro alumino-silicato de bário, “isofiller” (partículas pré-polimerizadas de vidro e fluoreto de itérbio), fluoreto de itérbio e óxidos mistos (76% massa e 54 % volume)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Z04HCB

Preparo dos Espécimes

Para o teste de microdureza Knoop, foram utilizadas matrizes circulares de 4 mm de espessura contendo sete cavidades cilíndricas (2 mm de diâmetro × 2,5 mm de altura), sendo seis dispostas na periferia e uma central, com a finalidade de representar diferentes regiões de uma restauração com diâmetro mésio-distal de 12 mm. As resinas foram inseridas nas sete cavidades em incrementos únicos e comprimidas entre duas tiras de poliéster para remoção do excesso. Em seguida, os compósitos foram fotoativados, conforme os tempos recomendados pelos fabricantes. Foram utilizados dois aparelhos fotoativadores: Valo X (Ultradent), com irradiância de 1.200 mW/cm² e ponteira de 12 mm de diâmetro, e Elipar DeepCure-S (Solventum), com irradiância de 1.400 mW/cm² e ponteira de 10 mm. Os espécimes de resina composta foram polidos com lixas abrasivas de carbeto de silício de granulações 600, 1200 e 2000 (Norton Abrasivos, Vinhedo, SP, Brasil) por dez segundos sob irrigação

constante, seguidos de polimento com feltro e pasta diamantada (MetaDi II, Buehler). As amostras foram armazenadas em água destilada, em recipientes opacos, até a realização do teste de dureza.

Teste de Microdureza

O teste de microdureza foi realizado com o equipamento Microhardness Tester (HMV-2, Shimadzu), aplicando uma carga estática de 50 g (0,49 N) por 5 segundos. O valor de microdureza de cada unidade amostral correspondeu à média de três indentações realizadas no centro da superfície de cada espécime.

Caracterização dos Aparelhos Fotoativadores

A emissão de luz dos aparelhos fotoativadores foi caracterizada nas posições em contato e a 8 mm de distância da ponteira. Os valores de irradiância espectral e total foram determinados pela média de três leituras obtidas com um espectroradiômetro compacto (MSC15-W, Gigahertz-Optik).

Análise dos Dados

A distribuição dos dados de dureza foi analisada quanto à homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene e quanto à normalidade, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Em seguida, os dados foram submetidos a modelos lineares generalizados, com correção do nível de significância pelo teste de Bonferroni.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A Tabela 2 apresenta os valores de microdureza Knoop dos compósitos. Para o compósito Opus Bulk Fill APS (OBFA), a distância entre a ponta da unidade de luz e a superfície da amostra não exerceu efeito estatisticamente significativo sobre os valores de KHN, independentemente do tipo de unidade de luz utilizada ($p = 0,28$). Esse resultado sugere maior estabilidade da resposta do compósito OBFA frente às variações de distância e posição do aparelho fotoativador.

A variação da distância da ponta ativa de 0 mm para 8 mm aumentou de forma significativa a microdureza Knoop (KHN) do compósito Filtek One Bulk Fill (FIOB) quando fotoativado com o aparelho Elipar DeepCure-S ($p < 0,01$). Tal resultado pode ter sido causado pelo fato de que, no grupo em que a fotoativação ocorreu em contato direto entre a ponteira do aparelho e a matriz (0 mm), houve restrição da passagem de luz para as cavidades periféricas que estavam além do diâmetro da ponta ativa (10 mm) gerando sombreamento periférico. Isso corrobora o fato de que a amostra central (#7) do compósito FIOB, fotoativada pelo aparelho Elipar em contato (0 mm), apresentou dureza significativamente maior ($p = 0,005$) do que as amostras da periferia (posições #1 a #6). Para os compósitos fotoativados pela unidade Valo X, não foram observadas diferenças significativas entre posições e distâncias, o que indica boa uniformidade na emissão de luz e maior área efetiva de fotoativação.

Tabela 1. Valores médios de microdureza da resina Opus Bulk Fill APS fotoativada pelos aparelhos Valo X e Elipar DeepCure-S em diferentes distâncias e posições.

Posição	EL (0 mm)	EL (8 mm)	VA (0 mm)	VA (8 mm)
1	26.8 (8.8)*aA	23.2 (3.1)*aA	45.9 (4.3)*aA	46.7 (4.0)*aA
2	26.7 (7.9)*aA	25.6 (4.1)*aA	45.8 (5.0)*aA	47.7 (4.1)*aA
3	26.2 (9.7)*aA	26.6 (3.8)*aA	48.3 (7.2)*aA	44.7 (5.1)*aA
4	30.4 (8.2)*abA	29.70 (3.6)*abA	48.3 (4.8)*aA	45.7 (5.7)*abA
5	30.8 (10.7)*abA	24.8 (3.9)*aA	48.0 (7.5)*aA	45.1 (3.6)*aA
6	28.8 (10.4)*aA	26.2 (4.7)*aA	49.0 (5.6)*aA	44.6 (5.4)*aA
7	43.8 (7.0)*bA	40.5 (2.8)*bA	54.7 (7.9)*aA	49.2 (4.3)*aA

Tabela 2. Valores médios de microdureza da resina Filtek One Bulk Fill, fotoativada pelos aparelhos Valo X e Elipar DeepCure-S em diferentes distâncias e posições.

Posição	EL (0 mm)	EL (8 mm)	VA (0 mm)	VA (8 mm)
1	35.3 (6.3)*aA	60.3 (8.0)*aB	59.3 (10.5)*aA	42.3 (11.3)*aA
2	33.9 (6.7)*aA	59.5 (12.7)*aB	61.0 (11.4)*aA	45.0 (6.6)*aA
3	35.8 (3.7)*aA	64.6 (10.7)*aB	59.7 (17.7)*aA	46.2 (10.8)*aA
4	35.4 (7.5)*aA	64.8 (10.1)*abB	58.8 (14.6)*aA	48.8 (5.5)*aA
5	32.5 (5.6)*aA	60.9 (9.5)*abB	60.7 (11.5)*aA	48.7 (6.8)*aA
6	34.6 (6.3)*aA	55.4 (4.2)*aB	62.9 (15.5)*aA	47.9 (2.6)*aA
7	50.0 (7.4)*bA	57.2 (8.7) aA	61.1 (22.6)*aA	50.0 (5.0)*aA

Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p<0,05$). Letras maiúsculas comparam as distâncias para uma mesma posição e aparelho fotoativador. Letras minúsculas comparam as posições para um mesmo aparelho e distância. O asterisco (*) indica diferença significativa entre aparelhos fotoativadores para a mesma distância e posição.

A redução da irradiância com o aumento da distância de 0 mm para 8 mm foi de aproximadamente 22,7% para o aparelho Valo X, enquanto para o Elipar foi de apenas 6,7%, conforme mostrado na Figura 1. Essa diferença é atribuída à melhor colimação do feixe de luz emitido pelo Elipar, que resulta em menor dispersão luminosa com o aumento da distância.

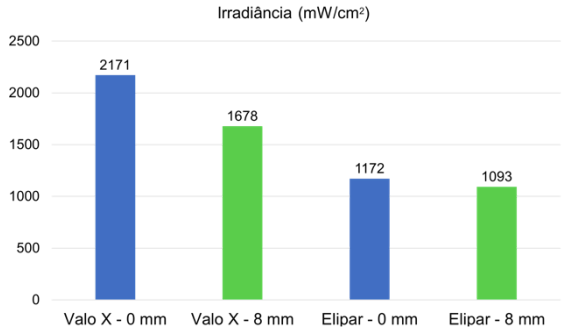

Figura 1. Irradiância dos aparelhos Valo Grand e Elipar DeepCure-S em contato e a 8 mm a do radiômetro.

CONCLUSÕES:

O maior diâmetro da ponteira da Valo X resultou em uma polimerização adequada das amostras de resina localizadas na periferia do molde. Além disso, observou-se uma redução na microdureza do compósito Filtek One Bulk Fill quando fotoativado com a Elipar DeepCure-S com a ponta posicionada em contato com a amostra, o que não foi observado para o compósito Opus Bulk Fill APS.

BIBLIOGRAFIA

LEPRINCE, J. G. et al. **Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency.** Dental Materials, v. 29, n. 2, p. 139–156, 2013.

DE OLIVEIRA, D. C. R. S. et al. **The effect of combining photoinitiator systems on the color and curing profile of resin-based composites.** Dental Materials, v. 32, n. 10, p. 1209–1217, 2016.

PRICE, R. B. T. **Light curing in dentistry.** Dental Clinics of North America, v. 61, n. 4, p. 751–778, 2017.

ALQAHTANI, M. Q. et al. **Effect of high irradiance on depth of cure of a conventional and a bulk fill resin-based composite.** Operative Dentistry, v. 40, n. 6, p. 662–672, 2015.

SINHORETI, M. A. C. et al. **Light-curing of resin-based restorative materials: an evidence-based approach to clinical practice application.** Journal of Clinical Dentistry and Research, v. 15, n. 1, p. 44–53, 2018.

GRAZIOLI, G. et al. **Evaluation of irradiance and radiant exposure on the polymerization and mechanical properties of a resin composite.** Brazilian Oral Research, v. 36, p. 1–10, 2022.

DE OLIVEIRA, D. et al. **Effect of beam profiles from different light emission tip types of multiwave light-emitting diodes on the curing profile of resin-based composites.** Operative Dentistry, v. 44, n. 4, p. 365–378, 2019.

PRICE, R. B. T. et al. **Irradiance differences in the violet (405 nm) and blue (460 nm) spectral ranges among dental light-curing units**. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 22, n. 6, p. 363–377, 2010.

PRICE, R. B. T. et al. **Correlation between the beam profile from a curing light and the microhardness of four resins.** Dental Materials, v. 30, n. 12, p. 1345–1357, 2014.

JUCKES, S. M. et al. **Three-dimensional beam profiling used to characterize dental light-curing units.** Applied Optics, v. 58, n. 35, p. 9540–9547, 2019.

SHIMOKAWA, C. A. K. et al. **Effect of curing light and exposure time on the polymerization of bulk-fill resin-based composites in molar teeth.** Operative Dentistry, v. 45, n. 3, p. E141–E155, 2020.