



Efeito do atraso na fotoativação na adaptação interna e profundidade de polimerização de compósitos restauradores bulk fill duais

Palavras-Chave: [Resinas Compostas], [Autocura de Resinas Dentárias], [Testes de Dureza]

Autores/as:

Lucas Dutra Rissato [FOP-UNICAMP]

May Anny Alves Fraga [FOP-UNICAMP]

Michelly Pires Gonçalves [FOP-UNICAMP]

Prof. Dr. Lourenço Correr-Sobrinho [FOP-UNICAMP]

Prof. Dr. Américo Bortolazzo Correr [FOP-UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

Os compósitos bulk fill se diferem dos compósitos tradicionais pois podem ser inseridos em incrementos de até 4mm de profundidade. Assim, a utilização deste tipo de compósito faz com que o procedimento seja realizado de maneira mais rápida e fácil, diminuindo o número de passos clínicos quando comparada a técnica incremental. Entretanto, a efetividade da polimerização em profundidade e a desadaptação interna devem ser cuidadosamente analisadas, visto que tais problemas ainda ocorrem com os compósitos bulk fill (Benetti et al., 2015). Também foi relatado que a técnica incremental com compósitos tradicionais produz melhor adaptação interna quando comparada a técnica de restauração em incremento único utilizando compósitos do tipo bulk fill (Alqudaihi et al., 2019). Além disso, os compósitos bulk fill possuem, em geral, menor microdureza em profundidade quando comparado aos compósitos convencionais (Kelić et al., 2016).

Nesse contexto, surgiram os compósitos bulk fill duais, que são comercialmente apresentados como duas pastas. A ativação química desses compósitos poderia suprir os problemas gerados pela atenuação da luz em profundidade e melhorar a polimerização nesta região. Além disso, a ativação química ocorre de forma mais lenta, atrasando o ponto gel do material. Um estudo que avaliou um compósito desta classe de materiais demonstrou que, apesar de sofrer contração volumétrica, o material tem melhor adaptação interna e maior uniformidade de polimerização do topo da restauração em relação a base (Hayashi et al., 2019). Além disso, a fluidez de materiais bulk fill, duais ou fotoativados demonstrou reduzir a formação de fendas marginais e internas em preparos do tipo classe II (Sampaio et al., 2020). Adicionalmente, compósitos bulk fill duais demonstram também demonstraram um maior grau de conversão em comparação com os compósitos bulk fill fotopolimerizáveis, quando em mesmas condições de polimerização. Tais materiais demonstraram variações menores de microdureza em profundidade quando preparos de 6mm foram avaliados (Wang e Wang 2020).

Atrasar o ponto gel de materiais duais tem sido uma alternativa utilizada em cimentos resinosos para reduzir as tensões geradas podendo ser benéfica para a cimentação de restaurações indiretas em dentes vitais, sem afetar as propriedades mecânicas (Soares et al., 2016). Em compósitos bulk

fill duais, essa medida demonstrou reduzir a flexão de cúspide e não afetar as propriedades mecânicas do material (Hughes et al.,2019). Entretanto, o procedimento de atraso na fotoativação não é um consenso entre os protocolos de aplicação estabelecidos pelos fabricantes desses compósitos, o que justifica o estudo de diferentes protocolos de fotoativação para esses materiais.

O objetivo neste estudo foi avaliar se o atraso na fotoativação diminui a formação de fendas e melhora a polimerização em profundidade, a partir da utilização de compósitos bulk fill duais. As hipóteses nulas desse estudos foram: (1) Os protocolos restauradores utilizados não se diferem em relação a formação de fendas internas (2) e na microdureza em profundidade.

METODOLOGIA:

Delineamento experimental

Nesse trabalho a variável independente avaliada foi o protocolo restaurador (5 níveis), utilizando três compósitos restauradores resinosos, Bulk Fill EZ dual-cure (Zest Dental Solutions, USA), HiperFill (Parkell, USA) e Filtek one Bulk Fill (3M, BR), ativados de diferentes formas assim como descrito no organograma dos grupos estudados (Figura 1).

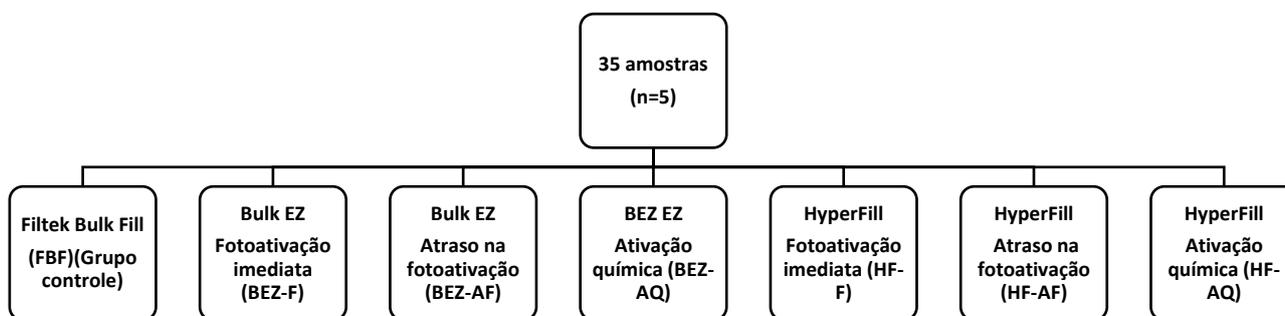


Figura 1 - Organograma do delineamento experimental

Confecção dos preparos

Esse estudo foi aceito pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (CAE:30885220.3.0000.5418). Trinta e cinco molares humanos hígidos, tiveram as raízes dos seccionadas 3 mm abaixo da junção cimento-esmalte usando um disco diamantado em uma máquina de corte metalográfica (Isomet, Buehler Ltd., Lake Buff, IL, EUA). Após, preparos do tipo *box-shaped* foram feitos nos dentes a partir da câmara pulpar usando o protocolo proposto por Silame et al. (2017), em uma máquina padronizadora de preparos (Elquip, São Carlos, SP, Brasil) para confecção dos preparos com 4 mm de largura x 6 mm de comprimento e 5 mm de profundidade.

Procedimentos Restauradores

Os espécimes foram divididos em sete grupos (n=7), de acordo com a figura 2. Os procedimentos restauradores foram realizados em ambiente escurecido, com umidade (50%±5) e temperaturas controlados (25°C±1). Para os grupos Controle, BEZ-F e HF-F, os compósitos foram inseridos na cavidade e imediatamente fotoativados por 20 segundos com irradiância de 1000 mW/cm² (Valo Cordless). Nos grupos BEZ-AF e HF-AF, os compósitos foram inseridos na cavidade, e foi aguardado um intervalo de 90 segundos entre o término da restauração e a fotoativação, que foi realizada por 20 segundos, à uma irradiância de 1000 mW/cm² (Valo Cordless). Por fim, nos grupos BEZ-AQ e HF-AQ, os compósitos foram inseridos nas cavidades e mantidos livres de luz, por meio de armazenamento em ambiente escurecido.

Avaliação da adaptação interna

Para avaliar a adaptação interna da restauração, amostras foram cortadas axialmente em quatro partes, na direção oclusal-cervical, usando um disco de diamantado (Isomet Diamond Wafering Blades, No. 11-4244, Buehler Ltd., Lake Buff, IL, EUA). As fatias receberam polimento com lixas d'água de abrasividade decrescente 600, 800, 1200 e 2000 (Norton Abrasivos, Vinhedo, SP, Brasil) seguidos de polimentos com feltro (Pano auto-adesivo para polimento metalográfico, Arotec, Cotia, São Paulo, Brasil) e pastas diamantadas (Buehler Ltd. Lake Bluff, IL, USA) de granulações 6, 3, 1 e 0,05 µm.

Após o polimento, as amostras foram lavadas abundantemente, secas e moldadas com polivinilsiloxano (Adsil soft+putty, e pasta regular, Coltene, Bonsucesso, Rio de Janeiro, Brasil) pela técnica da dupla impressão e replicadas em resina epóxica (Buehler, Lake Bluff, IL, USA). As réplicas das fatias foram removidas dos moldes, avaliadas quanto à sua fidelidade (presença de bolhas em áreas de interesse contidas na réplica), e então fixadas em stubs, cobertas com ouro, e analisadas em MEV para observar adaptação interna dos compósitos. As imagens de toda a extensão da interface de união foram analisadas na magnificação 75X.

A integridade da união entre compósito e dentina foi expressa em porcentagem do comprimento total do preparo e comprimento da desadaptação. As imagens das desadaptações com magnificação 75X foram reconstruídas com o auxílio do software ImageJ (NIH, Bethesda, MD, USA), obtendo-se as medidas de perímetro total e das desadaptações presentes, utilizadas para o cálculo da desadaptação interna.

Avaliação da microdureza

A fatia central de cada amostra foi selecionada para realização do teste de microdureza e foi polida usando papéis abrasivos SiC (grão 1000, 1200 e 2000, Norton Abrasivos, Vinhedo, SP, Brasil). A análise da microdureza Knoop foi realizada no microdurômetro HVM 2000 (Shimadzu, Tóquio, Japão), com carga estática de 50gF (0,490 N) por 10 segundos (Figura 5). Foram realizadas três endentações em cada região nas profundidades (0,3 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm e 5mm). A microdureza foi dada em valores percentuais (MH%) para 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm e 5mm em relação ao topo de acordo com a seguinte equação: $MH\% = (\text{profundidade de MH} / \text{topo de MH}) * 100$.

Análise estatística

Para todos as análises foram realizados os testes de normalidade e homocedasticidade. Para a análise de adaptação interna foram realizados os testes ANOVA 1 fator, com post-hoc de Tukey. Para microdureza foram realizados os testes de ANOVA de parcelas subdivididas com post-hoc de Bonferroni.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os valores de microdureza foram estatisticamente diferentes entre os grupos (profundidade*protocolos restauradores = 0,000) (Tabela 1). O grupo FBF (controle) apresentou os menores valores de microdureza em todas as profundidades avaliadas. Além disso, FBF teve uma redução significativa da microdureza com o aumento da profundidade. Os grupos BEZ-F, BEZ-AF, HF-F e HF-AF foram estatisticamente iguais até 3mm. Em 4mm os grupos fotoativados imediatamente (BEZ-F e HF-F) tiveram redução significativa da microdureza. Os protocolos de ativação química (BEZ-AQ e HF-AQ) não sofreram alteração na microdureza com o aumento da profundidade. Em 5mm os maiores valores de microdureza encontrados foram para os grupos em

que a fotoativação foi atrasada (BEZ-AF e HF-AF) que foram similares a HF-AQ. Quando estes mesmos dados foram transformados em porcentagens (Tabela 2), pode-se notar de maneira mais clara o que o atraso na fotoativação (grupos: BEZ-AF e HF-AF), é importante para permitir porcentagens acima de 80% (topo em relação a base) em até 5mm de profundidade.

Tabela 1. Média e desvio padrão dos valores de microdureza, em KHN, coletados para cada grupo nas diferentes profundidades.

	0mm	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm
FBF	31,39±0,74 Ac	29,00±1,88 Bd	27,68±2,22 Cd	26,29±2,71 Dd	24,55±2,60 Ee	23,19±2,41 Fd
BEZ-F	44,84±0,92 Aa	42,24±0,54 Ba	39,73±1,26 Ca	37,41±1,16 Dab	35,22±0,89 Ec	32,48±1,77 Fbc
BEZ-AF	44,59±1,01 Aa	42,80±1,24 Ba	41,10±0,60 Ca	39,15±2,06 Dab	39,23±1,02 Da	37,91±0,92 Ea
BEZ-AQ	31,16±1,89 Ac	31,15±1,73 Ac	31,28±1,54 Ac	31,23±1,68 Ac	31,35±1,66 Ad	31,41±1,65 Ac
HF-F	44,35±1,75 Aa	41,86±1,78 Ba	39,84±1,82 Ca	38,17±1,52 Dab	35,81±0,73 Ebc	33,96±1,23 Fb
HF-AF	44,98±2,17 Aa	41,69±1,73 Ba	40,51±1,61 Ca	39,98±1,43 Ca	39,52±0,99 Da	38,65±1,27 Ea
HF-AQ	37,04±0,65 Ab	37,46±0,25 Ab	37,50±0,22 Ab	37,54±0,20 Ab	37,38±0,34 Ab	37,37±0,30 Aa

*Teste de Bonferroni: Letras maiúsculas demonstram diferenças entre profundidades. Letras minúsculas apresentam diferenças entre protocolos restauradores.

Tabela 2. Microdureza em valores percentuais (MH%) para 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm e 5mm em relação ao topo para cada grupo de amostras, de acordo com a seguinte equação: MH% = (profundidade de MH / topo de MH) * 100.

	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm
FBF	92,45±6,61 Ab	88,24±7,41 Bb	83,76±8,48 Cb	78,18±7,75 Da	73,87±7,38 Ec
BEZ-F	94,21±1,91 Ab	88,61±2,87 Bb	83,46±3,23 Cb	78,56±2,58 Da	72,41±3,30 Ec
BEZ-AF	95,97±1,13 Ab	92,19±1,78 Bb	87,87±5,71 Cb	88,00±2,51 Cb	85,07±3,26 Db
BEZ-AQ	100,00±0,85 Aa	100,46±1,25 Aa	100,26±1,53 Aa	100,65±1,54 Aa	100,86±1,70 Aa
HF-F	94,38±1,66 Ab	89,83±1,65 Bb	86,12±3,16 Cb	80,83±2,72 Da	76,63±2,80 Ec
HF-AF	92,70±0,81 Ab	90,09±1,24 Bb	88,92±1,65 Bb	87,94±2,48 Bb	85,98±1,77 Cb
HF-AQ	101,15±1,70 Aa	101,26±1,39 Aa	101,37±1,37 Aa	100,92±1,04 Aa	100,90±1,48 Aa

*Teste de Bonferroni: Letras maiúsculas demonstram diferenças entre profundidades. Letras minúsculas apresentam diferenças entre protocolos restauradores.

Os dados de desadaptação interna mostraram diferença significativa no teste ANOVA (protocolo restaurador, p=0,001). As diferenças entre grupos podem ser observadas na Tabela 3. O compósito HF demonstrou os maiores percentuais de desadaptação interna sendo que o atraso na fotoativação (HF-AF) ou cura química (HF-AQ) desse material não resultou em diferenças estatisticamente significantes. A cura química do compósito restaurador resinoso BEZ, apresentou os menores

valores percentuais de fendas internas, seguidos de BEZ-AF e FBF que foram estatisticamente diferentes de HF-F.

Tabela 3. Porcentagem média e desvio padrão de desadaptação interna nas amostras dos diferentes grupos.

Grupos	Média	Desvio padrão	Tukey
FBF	44,85	8,33	BC
BEZ-F	58,83	5,19	ABC
BEZ-AF	44,85	3,66	BC
BEZ-Q	39,87	9,18	C
HF-F	68,84	4,56	A
HF-AF	63,75	4,95	AB
HF-Q	56,49	9,92	ABC

* Letras maiúsculas demonstram diferenças entre os grupos.

CONCLUSÕES:

A partir deste estudo, pode-se concluir que o protocolo de fotoativação é um fator determinante na adaptação interna e profundidade de polimerização de compósitos bulk fill. Quando a fotoativação foi realizada com 90 segundos de atraso, valores adequados de dureza em profundidade (80% topo em relação à base) foram obtidos sem redução dos valores reais de dureza, o que não ocorreu no grupo quimicamente ativado. A adaptação interna foi material dependente, mas o padrão de ativação também pode reduzir a formação de fendas. Dessa forma, a fotoativação apresenta-se como um aspecto fundamental para manutenção das propriedades mecânicas; entretanto, o atraso na fotoativação pode melhorar a polimerização em profundidade e reduzir as fendas internas de acordo com o material.

BIBLIOGRAFIA

1. Alqudaihi FS, Cook NB, Diefenderfer KE, Bottino MC, Platt JA. Comparison of Internal Adaptation of Bulk-fill and Increment-fill Resin Composite Materials. *Oper Dent*. 2019 Jan/Feb;44(1):E32-E44. doi: 10.2341/17-269-L.
2. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent*. 2015 Mar-Apr;40(2):190-200. doi: 10.2341/13-324-L..
3. Fugolin APP, Pfeifer CS. New Resins for Dental Composites. *J Dent Res*. 2017 Sep;96(10):1085-1091. doi: 10.1177/0022034517720658.
4. Hughes KO, Powell KJ, Hill AE, Tantbirojn D, Versluis A. Delayed Photoactivation of Dual-cure Composites: Effect on Cuspal Flexure, Depth-of-cure, and Mechanical Properties. *Oper Dent*. 2019 Mar/Apr;44(2):E97-E104. doi:10.2341/18-140-L.
5. Hayashi J, Espigares J, Takagaki T, Shimada Y, Tagami J, Numata T, Chan D, Sadr A. Real-time in-depth imaging of gap formation in bulk-fill resin composites. *Dent Mater*. 2019 Apr;35(4):585-596. doi: 10.1016/j.dental.2019.01.020.