



Estudo comparativo entre resinas Bulk-Fill: grau de conversão, microdureza e resistência à tração diametral

Bruna S. Strini*, Joyce F. de Lima Marques, Danielle Ferreira S. de Souza, Vanessa G. Arias Pecorari, Flávio H. B. Aguiar.

Palavras-chave: Resinas Bulk-Fill; Grau de conversão; Tração diametral; Microdureza.

Introdução

As resinas compostas são os materiais restauradores mais usados atualmente, isso se dá principalmente pelas ótimas propriedades estéticas e mecânicas (1). Porém, com a necessidade atual de uma maior facilidade e rapidez nos atendimentos odontológicos, as resinas Bulk-Fill surgiram no mercado a partir de mudanças promovidas nas composições das resinas conhecidas como convencionais, a fim de atenderem à essas demandas (2,3). Segundo os fabricantes, essas modificações possibilitam que as resinas Bulk-Fill possam ser fotopolimerizadas de uma única vez com até 4mm de espessura do material na cavidade, sem prejuízo de suas propriedades físicas e mecânicas; enquanto, que, as resinas convencionais são fotopolimerizadas com até no máximo 2mm de espessura do material (4). Contudo, se faz necessário avaliar a veracidade dessa informação, visto que há ainda poucos estudos sobre o assunto, e novas formulações de resinas Bulk-Fill tem surgido ao longo do tempo. Para isso, algumas análises podem ser realizadas, como a análise do grau de conversão, da microdureza e da resistência à tração diametral (4,5,6).

Diante disso, o objetivo desse estudo foi avaliar como as diferentes composições das resinas do tipo Bulk-Fill podem influenciar no grau de conversão, na microdureza e na resistência à tração diametral de 3 resinas comerciais.

Materiais e métodos

Foram confeccionadas 60 amostras no total (n=15). A resina composta convencional, Filtek Z350 (FZ350), foi considerada como grupo controle, enquanto as resinas do tipo Bulk-Fill, como a Filtek Bulk-Fill (FBF), Tetric N-Ceram Bulk-Fill (TNC) e SonicFill 2 (SF2), como grupos experimentais.

Microdureza

As mesmas amostras foram utilizadas para microdureza superficial e tração diametral. As amostras foram confeccionadas utilizando matriz de 8mm de diâmetro interno e 4mm de altura, seguindo recomendação da ADA nº 27 (10) para tração diametral. A cavidade da matriz para as amostras de resina do tipo Bulk-Fill foi preenchida em incremento único e, para a resina convencional, pela técnica incremental (n=10). As amostras foram fotoativadas de acordo com o tempo recomendado pelos fabricantes, com uma distância padrão de aproximadamente 1mm, com LED de 3ª geração (VALO Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). Depois da confecção das amostras, o topo e a base das mesmas foram polidos utilizando-se lixas d'água de diferentes granulações (#1200 e 4000).

O valor de Dureza Knoop (HK) de cada amostra foi obtido usando a máquina de microdureza superficial Future Tech FM-ARS (Future-Tech Corp., Tóquio, Japão), sendo aplicado um peso de 10gf por 10 segundos

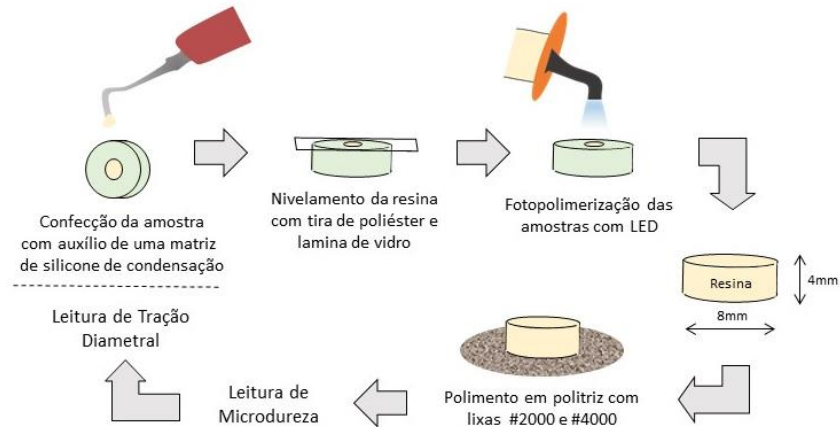
em cinco áreas distintas de cada face das amostras (cinco medições no topo e cinco na base), e a média dessas cinco medidas foi considerada como o valor final de dureza Knoop.

Tração Diametral

Após análise de microdureza, as mesmas amostras (n=10) passaram pelo ensaio mecânico de resistência à tração diametral que foi realizado pela Máquina de Ensaio Mecânicos Universal (Instron, 4411, Canton, MA, Inglaterra), com célula de carga de 5.000N com velocidade de 1 mm/min. As amostras foram posicionadas de lado entre as placas paralelas da máquina, sendo as mesmas carregadas continuamente em compressão a 1cm/minuto até o ponto de ruptura.

Em seguida, os dados obtidos foram aplicados na fórmula: $R = 2L / \pi Dh$, em que R = Valor da tração diametral; L = Força aplicada (N); D = Diâmetro da amostra (mm); h = altura da amostra (mm).

A metodologia utilizada para microdureza e tração diametral está representada na imagem a seguir:



Grau de Conversão

Para a avaliação do grau de conversão, 28 amostras serão confeccionadas e analisadas pela Espectroscopia Infravermelha Transformada de Fourier (FTIR) durante 1 minuto, antes (n=2) e após (n=5) a fotoativação. Após a inserção do material na matriz, elas serão fotopolimerizadas com LED de 3ª geração (VALO Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) com intensidade de luz de 1000mW/cm² de acordo com o tempo recomendado pelo fabricante para cada resina, utilizando o anteparo para padronização da distância (aproximadamente 1mm) entre a amostra e a ponta ativadora, de modo a reproduzir as mesmas condições de preparo das amostras para a análise de microdureza e resistência à tração diametral.

Todos os espectros serão obtidos em uma faixa de 1800-1500 cm⁻¹, utilizando-se 12 scans a 4 cm⁻¹ de resolução em modo de transmissão e 2.8 mm/s de velocidade. A altura do pico de absorvância será determinada após a subtração da linha de base e o processo de normalização, utilizando-se o software Origin. O grau de conversão será calculado a partir das amostras polimerizadas e não polimerizadas pela seguinte equação:

$$GC_{\text{fotopolimerizado}} = 100 \times 1 - \left[\frac{(\text{alifático}/\text{aromático})_{\text{fotopolimerizado}}}{(\text{alifático}/\text{aromático})_{\text{não curado}}} \right]$$

Estatística

Para o teste de Microdureza, foram feitas as análises estatísticas não-paramétricas de Kruskal-Wallis para a comparação entre os grupos e a análise de Wilcoxon para a comparação entre as regiões analisadas (topo e base). Foi utilizado o programa SPSS 2.1. Foi adotado $\alpha=0,05$.

Já para o teste de Tração Diametral, após a verificação das pressuposições exigidas pelos testes paramétricos e, com base no delineamento, aplicou-se ANOVA One-Way/Tukey. Também foi utilizado o programa SPSS 2.1. Foi adotado $\alpha=0,05$.

A análise do Grau de Conversão seria realizada na FOP – Unicamp, porém o aparelho se encontra quebrado, sem previsão de manutenção. Assim, conseguimos fazer uma parceria com a Universidade de Taubaté (UNITAU), que também possui o mesmo aparelho. Porém, devido à pandemia (Covid-19), os

laboratórios da UNITAU foram desativados, e, quando reabertos, foi dada prioridade aos alunos da própria instituição, impossibilitando que a nossa análise fosse feita em tempo hábil para apresentação dos resultados neste congresso. Dessa forma, iremos apresentar apenas os resultados parciais do trabalho, no que diz respeito a microdureza e a resistência à tração diametral.

Resultados e discussão

A análise estatística para o teste de tração diametral revelou que houve diferença significativa entre os grupos e para o teste de microdureza foi possível identificar que houve diferença entre os grupos e entre as regiões analisadas (topo e base).

Os resultados para microdureza (Tabela 2) demonstraram que os valores da região do topo das amostras foram estatisticamente maiores quando comparados aos valores da região da base, para todos os grupos. Isso se deve à proximidade da superfície do topo das amostras com o fotopolimerizador, uma vez que os fotoiniciadores e pigmentos das resinas compostas absorvem a luz e diminuem a energia transferida para a base dos incrementos e conseqüentemente da restauração (7, 8). Ao comparar as resinas, o grupo FZ350 apresentou os maiores valores de microdureza tanto na região do topo quanto da base, sendo estatisticamente diferente dos grupos TNC e SF2, os quais foram semelhantes entre si. O grupo FBF, por sua vez, foi estatisticamente semelhante a todos os outros grupos.

Tabela 2. Mediana (mínimo-máximo) dos valores de microdureza nos diferentes grupos e diferentes regiões (topo e base).

Grupos*	Microdureza	
	Topo	Base
FBF	87,205 (81,73 - 89,92) ABa	63,98 (53,75 - 67,49) ABb
TNC	82,21 (73,97 - 89,47) Ba	61,11 (55,06 - 64,32) Bb
SF2	79,685 (71,85 - 87,11) Ba	56,455 (52,81 - 68,58) Bb
FZ350	99,895 (88,60 - 104,01) Aa	91,845 (79,22 - 97,51) Ab

Letras maiúsculas indicam diferença estatística na coluna e letras minúsculas indicam diferença estatística na linha ($p \leq 0,05$).

***FBF**: Filtek Bulk-Fill; **TNC**: Tetric N-Ceram; **SF2**: SonicFill 2; **FZ350**: Filtek Z350.

Já os resultados para tração diametral demonstraram que o grupo FBF apresentou maiores valores de resistência a tração diametral quando comparado aos demais grupos. Por outro lado, o grupo FZ350 apresentou valores estatisticamente maiores quando comparado ao grupo SF2. Já o grupo TNC apresentou valores estatisticamente semelhantes tanto ao grupo FZ350, quanto ao grupo SF2 (Tabela 3).

Tabela 3. Médias (desvio-padrão) da resistência à tração diametral nos diferentes grupos.

Grupos*	Tração diametral
FBF	56,736(3,311) A
TNC	42,319(5,935) BC
SF2	38,275(3,690) C
FZ350	46,611(4,630) B

Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$).

***FBF**: Filtek Bulk-Fill; **TNC**: Tetric N-Ceram; **SF2**: SonicFill 2; **FZ350**: Filtek Z350.

A resina composta FZ350, por ser uma resina convencional, foi colocada na matriz pela técnica incremental, enquanto, as outras resinas do tipo Bulk-Fill, foram inseridas na matriz em incremento único. Assim, cada incremento da resina FZ350 (de aproximadamente 2mm de espessura) recebeu a mesma quantidade de irradiância do fotopolimerizador que as amostras inteiras das resinas do tipo Bulk-Fill (4mm de espessura) (9). Além disso, essa resina apresenta em sua composição nanoaglomerados de partículas de carga (nanoclusters), que devido as suas características, possibilitam uma melhor distribuição e maior quantidade de partículas na matriz resinosa, melhorando suas propriedades (10). Dessa forma, é possível compreender os maiores valores de microdureza para a resina FZ350 tanto no topo quanto na base, quando comparada às outras resinas utilizadas. Por outro lado, para os resultados de resistência à tração diametral, essa resina foi a que apresentou o segundo maior valor, sendo inferior aos valores da FBF ($p=0,0000$). Uma das hipóteses que pode explicar o ocorrido é pela possível incorporação de bolhas/espacos vazios entre os incrementos durante o preenchimento da matriz pela técnica incremental, que podem ter atuado como áreas de indução da fratura das amostras durante o ensaio mecânico.

A resina FBF, por sua vez, também é fabricada pela 3M e possui em sua composição a presença de nanoaglomerados de partículas de carga (nanoclusters), que proporcionam boas propriedades físicas e mecânicas (11), porém, em menores quantidades quando comparada à FZ350 que apresenta 63,3% de carga em volume, enquanto que a FBF apresenta 58,4% (12). Essa característica de composição, somada ao fato de ser uma resina de preenchimento único, que praticamente anula as chances de incorporação de bolhas durante a inserção do material na cavidade da matriz, podem justificar o porquê que essa resina apresentou os melhores valores para a resistência à tração diametral, bem como os valores intermediários de microdureza tanto de topo quanto da base.

Assim como observado nos resultados, as resinas TNC e SF2 apresentaram os valores mais baixos, tanto no que diz respeito aos valores de microdureza, quanto aos de resistência à tração diametral. A resina TNC, mesmo apresentando um fotoiniciador alternativo conhecido como Ivocerin, além da canforoquinona (13, 9), não proporcionou um maior grau de conversão para essa resina quando comparada a FZ350 e FBF. Isso pode estar associado à uma baixa penetração de luz violeta - capaz de ativar o Ivocerin - na matriz resinosa, por duas razões distintas: a primeira, devido ao curto comprimento de onda dessa luz que restringe a ação do fotoiniciador adicional apenas nas camadas mais superficiais da resina; e, segundo, devido ao seu alto conteúdo de partículas de cargas que, conseqüentemente, diminui a translucidez e a capacidade da luz de passar pelo material. Além disso, esse material apresenta partículas de pré-polímero (isofillers) que apresentam um menor módulo de elasticidade, e podem resultar em menores valores de microdureza (9, 14) e resistência à tração diametral. Já a resina SF2, é uma reformulação de sua predecessora *SonicFill*, e, segundo os fabricantes, as modificações em sua composição melhoraram a performance dessa resina quando comparada a sua anterior. Contudo, poucos estudos *in vitro* e nenhum *in vivo* foram encontrados até o presente momento avaliando seus resultados, e, ainda assim, pôde-se observar pelas informações disponibilizadas pela própria Kerr™ que foi mantida uma alta quantidade de conteúdo de cargas (81,3% em %peso); uma baixa translucidez, como já demonstrado por sua predecessora, pode dificultar a passagem de luz através do material, e resultar em um menor grau de conversão, principalmente nas camadas mais profundas da restauração (14, 15). Ademais, também já foi demonstrado na literatura que o uso da ativação sônica para a inserção do material na cavidade, assim como recomendado pelo fabricante, pode resultar na formação de bolhas/espacos vazios internos, fazendo com que ocorra um aumento nas chances de formação de trincas e ruptura em massa (16). Assim, essas duas características podem ter influenciado para uma piora nas propriedades físicas e mecânicas desse material, fazendo com que essa resina apresentasse os menores valores para microdureza e resistência à tração diametral quando comparada as outras resinas em estudo.

Conclusões

Com as limitações inerentes de um estudo *in vitro*, e das circunstâncias da pandemia do COVID-19 que dificultaram a realização da análise de grau de conversão, foi possível observar que de fato as diferenças de composição das resinas Bulk-Fill analisadas resultaram em diferentes resultados de microdureza (topo e base)

e resistência à tração diametral. Contudo, resta saber se essas diferenças podem influenciar negativamente no comportamento das restaurações *in vivo*. Para isso, mais estudos clínicos precisam ser realizados à longo prazo.

Referências

1. Ribeiro MDF, Pazinato FB. Critérios clínicos para decisão entre substituição ou reparo de restaurações em resina composta – revisão de literatura. Rev. bras. odontol. 2016;73(3):223-30.
2. Vicenzi CB, Benetti P. Características mecânicas e ópticas de resinas *bulk-fill*: revisão de literatura. RFO UPF. 2018; 23(1):107-113.
3. Tauböck T, Thomas A. Bulk-fill resin composites: An update. Swiss Dent J. 2016;126:812–3.
4. Machado BS, Rodrigues JA. A importância da polimerização de resinas compostas – Grau de conversão. Revista saúde. 2012;6(1).
5. Oliveira IS, Marques VF, Casseli DSM. Avaliação da microdureza e da rugosidade de compósitos resinosos de uso direto e indireto. RFO UPF. 2015;20(1):28-33.
6. Marques VF, Araújo ECF, Silva TPT, Giorgi MCC, Casseli DSM. Avaliação da microdureza Knoop e tração diametral de resinas compostas de uso direto. RFO UPF. 2014;19(2):200-204.
7. Karacolak G, Turkun LS, Boyacioglu H, Ferracane JL. Influence of increment thickness on radiant energy and microhardness of bulk-fill resin composites. Dent Mater J. 2018;37(2):206-213.
8. Aguiar FHB, Braceiro ATB, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Hardness and diametral tensile strength of a hybrid composite resin polymerized with different modes and immersed in ethanol or distilled water media. Dental Materials. 2005;21, 1098–1103
9. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, Ambrosano G, Giannini M. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. Dent Mater. 2015; 31(12):1542-51.
10. Perfil técnico Filtek Z350 XT Resina Composta Universal 3M-ESPE (<http://multimedia.3m.com/mws/media/6562330/perfil-tecnico-filtek-z350-xt.pdf>)
11. Perfil técnico Filtek One Resina Bulk-Fill 3M-ESPE (<https://multimedia.3m.com/mws/media/15093170/filtek-one-bulk-fill-technical-profile.pdf>)
12. Eweis AH, Yap AU, Yahya NA. Comparison of Flexural Properties of Bulk-fill Restorative/Flowable Composites and Their Conventional Counterparts. Oper Dent. 2020;45(1):41-51.
13. Boaro LCC, Lopes DP, de Souza ASC, Nakano EL, Perez MDA, Pfeifer CS, Gonçalves F. Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin -a systematic review and meta-analysis. Dent Mater. 2019;35(10):e249-e264
14. Garoushi S, Vallittu P, Shinya A, Lassila L. Influence of increment thickness on light transmission, degree of conversion and micro hardness of bulk fill composites. Odontology. 2016;104(3):291-7.
15. Habib ANA, Waly GH. The degree of conversion and class II cavity microleakage of different bulk fill composites placed with different restorative techniques. Future Dental Journal. 2018;231-238.
16. Hirata R, Pacheco RR, Caceres E, Janal MN, Romero MF, Giannini M, Coelho PG, Rueggeberg FA. Effect of Sonic Resin Composite Delivery on Void Formation Assessed by Micro-computed Tomography. Oper Dent. 2018;43(2):144-150