

## Artigo original

### PROPRIEDADES MECÂNICAS DE DUAS RESINAS COMPOSTAS NANOPARTICULADAS: CONVENCIONAL E BULK-FILL

#### MECHANICAL CHARACTERISTICS OF TWO NANOPARTICULATED RESINS: CONVENTIONAL AND BULK-FILL

Gustavo Adolfo Martins MENDES<sup>1</sup>, Janielle de Sousa SOARES<sup>2</sup>, Natália Gomes MONTEIRO<sup>3</sup>,  
Eduardo Acácio de SOUSA<sup>2</sup>, Juliane Guimarães de CARVALHO<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Doutor em Odontologia pela Universidade Federal de Goiás; Professor Adjunto da Área de Dentística do Curso de Odontologia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA.

<sup>2</sup> Graduado em Odontologia pelo Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

<sup>3</sup> Graduanda em Odontologia pela Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA.

<sup>4</sup> Professor do curso de Odontologia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA.

#### Informação sobre o manuscrito

Recebido em: 30 Nov 2021

Aceito em: 07 Dez 2021

#### Autor para contato:

Prof. Dr. Gustavo Adolfo Martins Mendes  
Secretaria Setorial - Curso de Odontologia  
Av. Universitária Km 3,5  
Cidade Universitária - Anápolis/GO  
CEP: 75083-515  
E-mail: mendes.gam@gmail.com

#### RESUMO

*Compósitos odontológicos devem apresentar propriedades físicas e mecânicas suficientes, para que possam atender satisfatoriamente às forças mastigatórias. Portanto, esse trabalho tem por objetivo avaliar a resistência mecânica entre dois tipos de resinas nanoparticuladas: convencional (Filtek™ Z350) e bulk-fill (Filtek™ One Bulk fill). Foram confeccionados 40 corpos de prova divididos em 2 grupos contendo 20 amostras de cada grupo, G1 (Bulk-Fill) e G2 (Z350), conforme as normas da ADA nº 27. Para avaliar a resistência das amostras, as mesmas foram submetidas ao teste de tração diametral e posteriormente ao teste de resistência flexural em uma máquina de ensaios universais Instron 5965. Os resultados obtidos foram que para a resistência a tração diametral da resina Bulk-Fill apresentou maiores valores comparado à resina Z350, com diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Quanto à resistência flexural as resinas apresentaram comportamento mecânico semelhante ( $p = 0,159$ ). Nessa perspectiva, a resina bulk-fill demonstrou maior resistência mecânica quando comparada à resina convencional.*

**PALAVRAS-CHAVE:** Resinas compostas. Materiais Dentários. Resistência à Tração.

#### INTRODUÇÃO

Os materiais odontológicos para restaurações adesivas têm evoluído constantemente no intuito de melhor restabelecer a estética, com resistência mecânica, longevidade e menor tempo de

trabalho.<sup>1</sup> De modo geral, os avanços tecnológicos da odontologia adesiva nos últimos anos, propiciaram uma melhor compatibilidade entre a estrutura dentária e os agentes adesivos e restauradores. Entretanto, mesmo com a evolução desses

materiais, a fadiga mecânica advinda da função mastigatória é um dos principais motivos para a falha das restaurações, podendo causar fraturas e trincas na interface dente-restauração e consequente cárie recidiva.<sup>2</sup>

A resina composta convencional é o material de escolha para a confecção de restaurações diretas pois apresenta resultados estéticos satisfatórios e propriedades mecânicas adequadas.<sup>3</sup> Porém, necessita de cuidados para redução da tensão de contração de polimerização, sendo assim importante que a inserção do material na cavidade seja em incrementos que não excedam 2 mm.<sup>4,5</sup> Com o intuito de solucionar o problema da tensão de contração de polimerização e consequente falha mecânica, surgiram no mercado as resinas tipo *bulk-fill*. As resinas tipo *bulk-fill*, ou de preenchimento único, possuem algumas características que possibilitam uma maior praticidade em seu uso e um menor tempo clínico de trabalho. De modo geral, a principal propriedade deste material é o baixo grau de contração de polimerização, o que possibilita a utilização destes materiais em camadas de 4–5 mm, mesmo em cavidades de alto fator C, um dos principais problemas na execução de restauração diretas com resinas compostas.<sup>2</sup>

Diferentes estratégias são utilizadas pelos fabricantes para aumentar a profundidade de polimerização das resinas tipo *bulk-fill*. Alguns aumentam o tamanho das partículas de carga e diminuem a sua quantidade, por consequência a superfície entre cargas e matriz orgânica é reduzida, reduzindo assim a dispersão de luz. Outra maneira é adicionar um foto-iniciador adicional na composição da resina. A maior translucidez também pode ser alcançada pela diminuição do conteúdo de carga.<sup>6-9</sup> Essas modificações podem alterar o comportamento mecânico das resinas compostas.<sup>1</sup>

Com a intenção de aprimorar as propriedades das resinas *bulk-fill*, foi recentemente lançada no mercado uma resina com melhores propriedades ópticas, segundo o fabricante, sendo menos translúcida que as resinas *bulk-fill* já existentes. Essas alterações na composição da matriz orgânica podem interferir diretamente no comportamento físico e mecânico do material.<sup>10</sup>

Sabendo que resinas compostas para dentes posteriores devem apresentar propriedades físicas e mecânicas suficientes, para que possam, além de atender às necessidades estéticas, resistir satisfatoriamente às forças mastigatórias faz-se necessário estudos para analisar esse novo material. Portanto, esse trabalho

tem o objetivo de avaliar a resistência mecânica entre dois tipos de resinas nanoparticuladas: convencional (Filtek™ Z350, 3M ESPE) e *bulk-fill* (Filtek™ One Bulk fill, 3M ESPE).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Confecção das Amostras

Este trabalho trata-se de um estudo experimental *in vitro*, realizado na Universidade Evangélica de Goiás - UniEvangélica e no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Para a confecção das amostras foram utilizados dois tipos de resinas e formado dois grupos de estudo e dois testes (N=40, n=10). Para o grupo Bulk-fill foi utilizada a resina Filtek™ One bulk fill (3M ESPE/St. Paul, EUA) e para o Grupo Z 350, resina convencional nanoparticulada Filtek™ Z350 3M (ESPE/St. Paul, EUA), cujas composições são observadas na Tabela 1. Para tanto, obteve-se 40 corpos de prova divididos em 2 grupos contendo 20 amostras de cada grupo, G1 (Bulk-Fill) e G2 (Z350). Essas 20 amostras de mesma resina foram então divididas em dois grupos de 10 amostras para os testes de resistência à tração diametral e resistência flexural.

As amostras foram confeccionadas em formato cilíndrico a partir de uma matriz

de aço bipartida, com dimensões de 6 mm de altura e 3 mm de diâmetro, conforme as normas da ADA nº 27 para ensaio de tração diametral com resina composta. Foi utilizada silicona de condensação para a obtenção dos espécimes. A resina convencional foi inserida em incrementos de 2 mm e a resina tipo *bulk-fill*, em incrementos de 4 mm.

Após a colocação de cada incremento no molde de silicona, as resinas foram fotopolimerizadas com um fotopolimerizador com luz de LED (DB-686-lb, COXO, China) à 1.500 mW/cm<sup>2</sup> por 10 segundos cada incremento. Após a remoção da matriz, os corpos de prova foram fotopolimerizados mais uma vez em sua porção inferior por 40 segundos e armazenados em recipiente fechado, ao abrigo de luz, e em estufa a 37°C durante 24 horas para o início dos testes.

Após a colocação de cada incremento no molde de silicona, as resinas foram fotopolimerizadas com um fotopolimerizador com luz de LED (DB-686-lb, COXO, China) à 1.500 mW/cm<sup>2</sup> por 10 segundos cada incremento. Após a remoção da matriz, os corpos de prova foram fotopolimerizados mais uma vez em sua porção inferior por 40 segundos e armazenados em recipiente fechado, ao abrigo de luz, e em estufa a 37°C durante 24 horas para o início dos testes.

**Tabela 1** – Especificações das resinas utilizadas no estudo de acordo com o fabricante

Compósitos	Classificação/ Indicação	Matriz Orgânica	Conteúdo de Carga	% Volume de Carga / % Peso de Carga
Filtek Z350 – 3M	Nanoparticulada/ Anterior e Posterior	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e bis-EMA	Partículas de Sílica de 20nm (não aglomerado/não aglomerado, Zircônia com tamanho de 4-11nm (não aglomerado/não aglomerado) e aglomerados de zircônia/sílica.	63,3% / 78,5%
Filtek Bulk Fill One – 3M	Nanoparticulada/ Posteriores	AFM, AUDMA, UDMA e 1,12- dodecano- DMA	Partículas de Sílica de 20nm (não aglomerado/não aglomerado, Zircônia com tamanho de 4-11nm (não aglomerado/não aglomerado) e aglomerados de zircônia/sílica.	58,5%/ 76, 5%

Após a colocação de cada incremento no molde de silicona, as resinas foram fotopolimerizadas com um fotopolimerizador com luz de LED (DB-686-lb, COXO, China) à 1.500 mW/cm<sup>2</sup> por 10 segundos cada incremento. Após a remoção da matriz, os corpos de prova foram fotopolimerizados mais uma vez em sua porção inferior por 40 segundos e armazenados em recipiente fechado, ao abrigo de luz, e em estufa a 37°C durante 24 horas para o início dos testes

### **Avaliação da Resistência Mecânica**

Para avaliar a resistência das amostras, as mesmas foram submetidas aos testes de tração diametral e resistência flexural em uma máquina de ensaios universais Instron 5965. Os testes de tração diametral e resistência flexural consistem

basicamente no condicionamento das amostras na máquina de ensaio, na qual a carga é aplicada a uma velocidade constante até a fratura dos corpos de prova. Há duas peças, uma fixa e uma móvel, a peça fixa é utilizada como base e a peça móvel desce ao encontro da fixa em uma velocidade constante de 0,5 mm/min, sabendo que, em ambos os testes, o longo eixo é posicionado no sentido horizontal, de acordo com especificação American Dental Association (ADA) nº 66.

### **Análise estatística**

Foi observada distribuição normal após teste Kolmogorov-Smirnov. Sendo assim, os dados coletados foram submetidos à análise na comparação das medidas de tendência central referentes aos valores de resistência à tração diametral,

por meio de Teste T de Student. Também foram comparados por meio dos testes Anova e Tukey HSD, utilizando o programa SPSS 24.0 (IBM, Chicago, EUA) com nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Os dados obtidos referentes à tração diametral estão apresentados por média e desvio padrão na Tabela 2. É possível observar que o grupo Bulk-fill apresentou maiores valores de resistência quando comparado ao grupo Z350. No entanto, os dados referentes a resistência flexural, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as resinas apesar do grupo Bulk-fill apresentar valores mais altos.

## DISCUSSÃO

É importante conhecer as propriedades mecânicas de um material que vai ser submetido a forças oclusais, pois essas características estão diretamente

relacionadas com a longevidade da restauração.<sup>1</sup> Dentre os ensaios comumente utilizados para avaliação mecânica, o teste de tração diametral e resistência compressiva à flexão são capazes de prever a capacidade de resinas compostas em suportarem cargas de compressão e tensões de tração.<sup>11,12</sup> Para tanto, este estudo observou a diferença dos valores de tração diametral e resistência à flexão entre resinas compostas nanoparticuladas convencionais e tipo *bulk-fill*.

A polimerização dos compósitos resinosos ocorre pela conversão de moléculas de monômero em uma rede de polímeros, acarretando contração do material.<sup>11-13</sup> A contração da resina afeta diretamente a longevidade da restauração, pois cria um estresse na interface adesiva, afetando negativamente suas propriedades biomecânicas.<sup>14-16</sup> Compósitos tipo *bulk-fill* são resinas mais translúcidas, que garantem uma melhor penetração da luz, favorecendo a conversão de monômeros em polímeros.<sup>1,17,18</sup>

**Tabela 2** – Média e desvio padrão para os dados de resistência à tração diametral e resistência à flexão em comparação entre os grupos pelo teste ANOVA ( $\alpha=0,05$ )

Grupos	Tração diametral	p	Flexão	p
Z350	38,435 ( $\pm$ 9,68) <b>A</b>	0,001	129,190 ( $\pm$ 35,05) <b>A</b>	0,159
Bulk-fill	52,013 ( $\pm$ 8,08) <b>B</b>		157,966 ( $\pm$ 58,71) <b>A</b>	

\*Letras iguais demonstram ausência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos na vertical, para valores de  $p < 0,05$ .

Desde a introdução do monômero resinoso Bis-GMA (Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato), desenvolvido por Bowen em 1956, compósitos odontológicos passaram por avanços em sua matriz orgânica, evoluindo para cargas nanométricas, que resultou, dentre outros fatores, em uma melhor distribuição e quantidade de cargas inorgânicas.<sup>17</sup> Essa evolução favoreceu as propriedades físicas e mecânicas dos compósitos convencionais atuais.<sup>19</sup> Entretanto, o aumento da concentração de partículas inorgânicas trouxe consigo uma piora no grau de conversão da resina<sup>1,7,20</sup>. Buscando contornar esse problema, compósitos *bulk-fill* foram submetidos a diversas modificações, tanto em sua matriz orgânica, por meio da adição dos monômeros AFM, AUDMA, UDMA e 1, 12-dodecano-DMA,<sup>6,7</sup> quanto no decréscimo de partículas inorgânicas, tornando mais propensos à fotopolimerização.<sup>6,21</sup>

A hipótese deste estudo foi que haveria uma diminuição da resistência mecânica dos compostos *bulk-fill*, devido a menor concentração de carga inorgânica em sua composição (tabela 1). Tal hipótese foi refutada visto que se observou no grupo Bulk-Fill valores superiores de resistência à tração diametral e valores similares nos testes de resistência à flexão, quando comparado ao grupo Z350. O aumento na quantidade de carga inorgânica melhora as

propriedades mecânicas das resinas compostas, porém essa relação acontece até 55% (peso/peso), sendo que valores maiores não aumentam significativamente a resistência do material.<sup>22</sup> As duas resinas compostas utilizadas neste estudo têm valores maiores que 55% em peso de carga (tabela 1). Pode ser por essa razão que, apesar da diminuição da carga inorgânica das resinas tipo *bulk-fill*, não houve diminuição de sua resistência mecânica. Os maiores valores de resistência à flexão da resina *bulk-fill* podem estar relacionados com o grau de conversão destas resinas, ou seja, relacionado às modificações em sua matriz orgânica.

Um estudo *in vitro* de Leprince, et al.<sup>23</sup> (2014), comparando oito resinas tipo *bulk-fill* com duas resinas convencionais mostrou melhor propriedade mecânica da resina convencional de alta viscosidade quando comparadas com as do tipo *bulk-fill*, divergindo dos achados deste estudo. Porém, a composição das resinas *bulk-fill* que foram analisadas é diferente da resina utilizada neste estudo. Nos últimos anos houve modificações nas propriedades das resinas *bulk-fill*.<sup>23</sup>

Em uma revisão sistemática realizada por Veloso, et al.<sup>24</sup> (2019) comparando o comportamento clínico de resinas convencionais e *bulk-fill*, nos períodos de 12 a 72 meses, observou-se uma performance

clínica similar entre os dois tipos de resinas. É difícil comparar os dados do presente estudo com estudos clínicos, pois o estudo *in vitro* apresenta limitações como a dificuldade de reprodução do ambiente bucal. No entanto, estudos *in vitro* são importantes para servirem como indicadores de futuros ensaios clínicos.

Sendo assim, os achados deste estudo nos revelam que a resina *bulk-fill* avaliada apresenta boa propriedade mecânica e pode-se sugerir que estudos clínicos sejam realizados para avaliar o

comportamento desta resina no ambiente bucal.

## CONCLUSÃO

No presente estudo, a resina Filtek™ One Bulk fill apresentou comportamento mecânico superior quando comparada com a resina Filtek™ Z350. Em relação às implicações clínicas, essa característica pode estar associada em maior longevidade das restaurações, porém estudos clínicos devem ser realizados para análises quanto a esses parâmetros.

## ABSTRACT

*Introduction: Dental composites must have sufficient physical and mechanical properties in order to withstand the challenging scenario found in oral cavity. Objective: this article aims to evaluate the mechanical resistance of two nanoparticulate resins: conventional and bulk-fill. Material and methods: 40 specimens were made according the terms of ADA nº 27 and divided into 2 groups containing 20 samples for each group, G1 (Bulk-Fill) and G2 (Z350). Then, laboratory tests were performed to assess the resistance to diametrical traction and flexural resistance in a universal testing machine Instron 5667. Results: For the resistance to diametrical traction, the Bulk-Fill group presented higher values compared to the Z350 ( $p < 0.05$ ). As for flexural strength, resins showed similar mechanical behavior ( $p = 0.159$ ). Conclusion: The bulk-fill resin demonstrated greater mechanical resistance when compared to conventional resin.*

**KEYWORDS:** Composite resins. Dental Materials. Tensile Strength.

## REFERÊNCIAS

1. Tolosa MCGG, Paulillo LAMS, Giannini M, Santos AJS, Dias CTS. Influência de materiais restauradores compostos e unidades fotopolimerizáveis na resistência à tração diametral. Braz Oral Res. 2005; 19(2): 123-6.
2. Caneppele TMF, bresciani E. Bulk fill – O estado da arte. Rev Assoc Paulista de Cirurgiões Dentistas. 2016; 70(3): 242-248.
3. Silva JM, Rocha D, Kimpara E, Uemara E. Resinas compostas: estágio atual e perspectivas. Rev. Odonto. 2008; 32(16).
4. Hirata R, Kabbach W, Andrade DE, Giannini EA, Coelho M. Bulk Fill Coposites: An Anatomic Sculpting Techninque, J Est and Rest Dent. 2015; 27(6): 335-343.

5. Amaral CM, Pimenta AKKB, Ambroso LAF. Efeito das técnicas de inserção e ativação da resina composta sobre a microinfiltração e microdureza, *Pesq Odonto*. 2002; 16(3): 257-262.
6. MOSZNER N, et al. A partially aromatic urethane dimethacrylate as a new substitute for Bis-GMA in restorative composites. *Dent Mater*. 2008; 24(5): 694-699.
7. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Op Dent*. 2013; 38(6): 648-25.
8. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulkfill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Invest*. 2014; 15(3): 1991-2000.
9. Zorzin J, et al. Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Acad of Dent Mater*. 2015; 31(3): 293-301.
10. Rizzante FAP, et al. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J*. 2019; 26.
11. Aguiar FHB, et al. Dureza e resistência à tração diametral de uma resina composta híbrida polimerizada em diferentes modos e imersa em etanol ou água destilada. *Dent Mater*. 2005; 21: 1098-103.
12. Casselli DSM, et al. Resistência à tração diametral de resinas compostas submetidas a diferentes técnicas de ativação. *Braz Res Oral*. São Paulo, 2006; 20(3): 214-218.
13. Asmussen E, Peudzfeldt A. Influência do UEDMA BisGMA e TEGDMA nas propriedades mecânicas selecionadas de compósitos de resina experimentais. *Dent Mater*. 1998; 14(1): 51-6.
14. Baracco B, et al. Clinical evaluation of a low-shrinkage composite in posterior restorations: One-year results. *Oper Dent*. 2012; 37(2): 117-29.
15. Chung KH, Greener EH. "Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resin." *J Oral Rehabil*. 1990; 17: 487-494.
16. Soares CJ, et al. Integridade marginal e microinfiltração de incrustações diretas e indiretas de compósitos: MEV e avaliação estereomicroscópica. *Braz oral Res*. 2005; 19(4): 295-301.
17. Marques VF, et al. Avaliação da microdureza Knoop e tração diametral de resinas compostas de uso direto. Faculdade de Odontologia UPF. 2014; 19(2): 200-204.
18. Conselho de Materiais e Dispositivos Dentários. Nova especificação nº 27 da American Dental Association para resinas de preenchimento direto. *J Am Dent Assoc* 1977; 94 (6): 1191-4.
19. Schneider AC, et al. Influência de três modos de fotopolimerização sobre a microdureza de três resinas compostas. *Polímeros, São Carlos*. 2016; 26: 37-42.
20. Baratieri NC, et al. Odontologia restauradora. In: *Fundamentos e possibilidades*. Quintessence Books, Ed. Santos; 2002.
21. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent*. 2014; 39(4): 374-382.
22. Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent*. 2002; 87(6): 642-9.
23. Leprince JG, et al. New insight into the "depth of cure" of dimethacrylate-based dental composites. *Dent Mater*. 2012; 28(5): 512-520.
24. Veloso SRM, et al. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2019; 23(1): 221-233.