

## Artigo original

### AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE RESINA COMPOSTA INCORPORADA COM LÍQUIDOS MODELADORES

#### EVALUATION OF THE MECHANICAL STRENGTH OF COMPOUND RESIN INCORPORATED WITH MODELING LIQUIDS

Maria Paula Mendes de Araujo AQUINO<sup>1</sup>, Carolina Azeredo de CASTRO<sup>2</sup>, Germana Pires Pereira do CARMO<sup>2</sup>, Luciana Fernandes LIMA<sup>2</sup>, Maick Lhewreen Ribeiro AMARAL<sup>2</sup>, Gustavo Adolfo Martins MENDES<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Odontologia pela Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA.

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

<sup>3</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.

#### Informação sobre o manuscrito

Recebido em: 19 Nov 2021

Aceito em: 13 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

*Objetivo:* Avaliar a resistência mecânica de resina composta nanoparticulada quando incorporada com líquidos modeladores. *Material e métodos:* Foram confeccionados trinta corpos de prova para teste de tração diametral, a base de resina composta nanoparticulada Filtek Z350 XT, subdivididos em três grupos (GC, G2, G3) sendo estes: GC (grupo controle) com resina composta pura e os grupos G2 e G3 com incorporação do adesivo na resina composta até obter sua completa homogeneização, sendo o G2 com sistema adesivo convencional (primer + adesivo) e o G3 com sistema adesivo de três passos, somente o adesivo. As amostras foram submetidas a um teste de tração diametral em máquina de ensaios universais Instron 5965 e os dados obtidos foram submetidos a teste estatístico a nível de significância em 5%. *Resultados:* Obteve-se média e desvio padrão para os dados de resistência a Tração Diametral em comparação entre os grupos pelos testes de ANOVA e Tukey sendo GC (43,653± 6,41); G3 (43,292 ± 7,00) e G2 (31,570 ± 9,61). Foi possível observar que o grupo controle apresentou o maior valor de resistência a tração diametral com semelhança estatisticamente significativa ao grupo com uso de adesivo puro (G3). Ambos apresentaram diferença estatística ao grupo com uso de adesivo + primer (G2). *Conclusão:* O uso de adesivo puro não altera as propriedades mecânicas da resina composta quanto a tração diametral, no entanto a utilização de adesivo + primer, como líquido modelador, apresenta uma interação negativa com perda significativa da resistência do material restaurador.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resinas compostas. Adesivos dentinários. Resistência à Tração.

## INTRODUÇÃO

Desde a década de 60 a odontologia restauradora passou por várias modificações em seus conceitos e as resinas compostas têm sido abundantemente utilizadas devido às suas propriedades estéticas e resistência mecânica.<sup>1</sup> Neste contexto, a evolução das resinas compostas tem sido significativa para a odontologia moderna, que se baseia na preservação de estrutura dentária e na finalidade estética, tornando frequente o uso deste material devido à facilidade de manipulação, ganho de tempo clínico e resultados satisfatórios.<sup>2</sup>

Para a utilização das resinas compostas é preconizado a técnica incremental com o intuito de minimizar efeitos deletérios da contração de polimerização, esta técnica consiste em inserir pequenos incrementos de resina de no máximo 2 mm, esculpir e fotopolimerizar até que seja obtida a escultura desejada.<sup>3</sup>

Há algumas desvantagens associadas às restaurações diretas utilizando compósitos, como à aderência do material aos instrumentos odontológicos.<sup>4</sup> Apesar das resinas compostas serem o material de escolha para restaurações definitivas e apresentarem resultados satisfatórios, os líquidos modeladores podem ser aplicados diretamente nos

incrementos ou manuseados como lubrificantes durante a inserção, facilitando a escultura das restaurações estéticas em comparação com a técnica convencional.<sup>5</sup>

Tendo conhecimento do uso de líquidos modeladores para esculpir restaurações diretas em resina composta, considera-se que a presença destes entre as camadas incrementais da resina, hipoteticamente, poderia modificar a cor e a estabilidade física do material ao longo do tempo. No entanto, considera-se que o acabamento e polimento final da restauração com resina composta pode solucionar esse problema.<sup>5</sup>

A resina composta pode sofrer modificações em suas propriedades com a incorporação de líquidos modeladores, Tuncer, et.al. (2013)<sup>6</sup> analisou itens como estabilidade de cor, dureza e aspereza da resina quando aplicada sobre ela uma camada superficial de adesivo como líquido modelador, e constatou que, depende do tipo de composto resinoso testado para que haja alterações negativas em relação às suas propriedades. Com isso o presente estudo teve como objetivo avaliar a resistência mecânica da resina composta nanoparticulada Filtek Z350 (3M ESPE) quando incorporada com líquidos modeladores.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho trata-se de uma pesquisa experimental *in vitro*. Realizado no Laboratório de Biomecânica da Universidade Federal de Goiás (UFG). O experimento laboratorial avaliou a resistência mecânica da resina composta por meio de um teste de tração diametral, em uma máquina de ensaios universais INSTRON 5965, de acordo com as especificações da ADA nº 66.

### Confecção das amostras

Foram confeccionados três grupos de estudo (n=10) com resina composta Filtek Z350 XT (3M ESPE) variando o líquido a ser incorporado conforme exemplificado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Grupos e líquidos modeladores em estudo

Grupos	Líquido modelador utilizado
Controle	Apenas a resina composta em estudo
Adesivo puro	Resina composta + Scotchbond Multi Purpose (passo 3) (3M ESPE)
Primer + Adesivo	Resina composta + Adper Single Bond 2 (3M ESPE)

As amostras foram confeccionadas em formato cilíndrico a partir de uma matriz de aço bipartida, com dimensões de 6 mm de altura e 4 mm de diâmetro de acordo com a norma ADA nº 66. Os materiais em estudo foram manipulados em pote do tipo Dappen com o auxílio de uma espátula nº 1, com a quantidade de uma gota de adesivo para 2 gramas de resina até obter sua completa homogeneização. Posteriormente a cada 2mm de incrementos as amostras foram confeccionadas e fotopolimerizadas pelo aparelho Optilight 1200 (Gnatus) por 20 segundos (em cada incremento) e 40 segundos como fotopolimerização final após preenchimento de toda matriz. Uma vez preparados, os corpos de prova foram armazenados em recipiente fechado, ao abrigo de luz, e em estufa a 37°C durante 24 horas para o início dos testes.

### Avaliação de Resistência Mecânica

As amostras foram submetidas ao teste de tração diametral em uma máquina de ensaios universais INSTRON 5965. O teste de tração diametral consiste em condicionar às amostras a máquina de ensaio, na qual a carga é aplicada a uma velocidade constante de 0,5 mm por minuto até a fratura dos corpos de prova. As peças da máquina em questão possuem dois

dispositivos, um fixo usado como base e outro móvel que desce ao encontro do fixo com uma velocidade constante, em que no teste de tração diametral, o longo eixo é posicionado no sentido horizontal, de acordo com especificação ADA nº 66.

### Análise estatística

Os dados foram analisados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade de distribuição e posteriormente analisados pelo teste Anova e Tukey para comparações entre grupos (dados paramétricos). Todos os testes foram realizados ao nível de significância de 5% no programa SPSS24.0 (SPSS, Chicago, EUA).

**Tabela 2** – Média e Desvio Padrão para os dados de Resistência a Tração Diametral em comparação entre os grupos pelos testes de ANOVA e Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Grupos	Resistência a Tração Diametral
Controle	43,653 ( $\pm$ 6,41) <b>A</b>
Adesivo puro	43,292 ( $\pm$ 7,00) <b>A</b>
Primer + Adesivo	31,570 ( $\pm$ 9,61) <b>B</b>

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

### RESULTADOS

Os dados de resistência a Tração Diametral obtidos estão apresentados por média e desvio padrão na Tabela 2. É possível observar que os grupos GC (controle) e G3 (adesivo puro) apresentaram semelhança estatística com maior valor de resistência a tração diametral quando comparados ao grupo G2 (primer+adesivo). Ambos apresentaram diferença estatisticamente significativa do grupo com uso de primer + adesivo.

### DISCUSSÃO

A facilidade no manuseio das resinas compostas quando incorporadas a líquidos modeladores induziu vários profissionais ao uso dessa técnica. Porém, pode haver alterações negativas em relação às propriedades mecânicas da resina composta<sup>6</sup>. A hipótese testada foi que a incorporação dos líquidos modeladores (adesivos) não iria interferir nas propriedades mecânicas das resinas, sendo que a mesma foi parcialmente refutada, visto que não houve redução da resistência mecânica da resina quando foi utilizado adesivo puro.

Munchow et al. (2016)<sup>1</sup> avaliaram as implicações da utilização de adesivo resinoso entre os incrementos de resina composta em relação a translucidez,

estabilidade de cor e propriedades físicas de longo prazo do compósito. Uma das hipóteses testadas foi a de que a presença do adesivo na estrutura da resina composta não iria alterar a resistência mecânica da mesma com o teste de resistência flexural. Foram utilizados dois adesivos como líquidos modeladores; o adesivo Scotchbond da 3M ESPE, que apresenta uma formulação mais hidrofóbica, e o adesivo Single Bond 2, também da 3M ESPE, com uma formulação mais hidrofílica. Os espécimes foram confeccionados com a resina composta Z350 XT (3M ESPE). Os resultados do estudo se mostraram favoráveis à utilização de adesivos resinosos como líquidos modeladores quando comparados com a técnica convencional. Além disso, as amostras confeccionadas utilizando líquido modelador apresentaram degradação mecânica inferior em comparação com o grupo que não utilizou. Outrossim, os espécimes que foram preparados com o adesivo Scotchbond apresentaram estabilidade mecânica significativamente maior comparado aos outros grupos. Os autores sugerem que o adesivo de baixa viscosidade utilizado nos incrementos do compósito eliminou a ocorrência de falhas, como vazios de ar, durante a modelagem da resina, concluindo que os adesivos podem auxiliar na modelagem da resina sem comprometer as propriedades físicas do compósito.

O artigo de Munchow et al. (2016)<sup>1</sup> descreve que podem ser utilizados adesivos como líquidos modeladores sem comprometimento das propriedades físicas das resinas compostas. Os resultados encontrados no presente estudo podem ser elucidados tendo em vista a variação metodológica, sendo que as amostras foram confeccionadas utilizando o adesivo entre as camadas de incremento do compósito, já no presente estudo o adesivo foi previamente misturado à resina.

Por outro lado, Patel et. al. (2017)<sup>7</sup> avaliaram o impacto do uso de lubrificantes de instrumento (sistemas adesivos e etanol) na resistência à tração diametral e absorção de água, utilizando uma abordagem longitudinal com período de 1 e 12 semanas, com o objetivo de simular o ambiente oral. A hipótese testada foi de que os lubrificantes não afetariam a adsorção de água ou a resistência a tração do material restaurador. Foram confeccionadas 300 amostras, divididas 60 para o grupo controle, confeccionado sem a utilização de sistema adesivos entre os incrementos, e 60 para cada grupo a depender do sistema adesivo utilizado como líquido modelador, sendo estes, sistema adesivo três passos, sistema adesivo dois passos e sistema adesivo passo único. Os resultados da pesquisa mostram que houve diferença estatisticamente significativa na resistência à

tração diametral entre os espécimes produzidos usando líquidos modeladores e os espécimes de controle. Além disso, os dados indicaram que a resistência à tração entre os grupos utilizando o adesivo de 3 passos comparados aos grupos confeccionados com o adesivo de 1 passo e 2 passos foi estatisticamente significativa, porém essa diferença não foi significativa quando as amostras confeccionadas com o adesivo 1 passo e 2 passos são comparadas, supostamente por ambos terem componentes semelhantes, como 2-hidroxietil metacrilato, 2-hidroxi-1,3-propanodiol bismetacrilato, água, etanol, o que sugere que algum dos componentes atua como contaminante, resultando em propriedades físicas prejudicadas.

Outro estudo realizado por Bayraktar et al. (2021)<sup>4</sup> avaliou os efeitos de líquidos de modelagem na microdureza de compósitos, com a hipótese de que os agentes de modelagem não afetariam a microdureza superficial dos compósitos. Foram utilizados quatro líquidos de modelagem: Sistema adesivo 3 passos (Kerr Optibond), sistema adesivo 2 passos (Kerr Solo-Plus), sistema adesivo de passo único (Kerr All-In-One) e etanol. Foram confeccionados 240 espécimes, dez amostras para cada grupo de agente de modelagem e grupo de controle. A microdureza foi avaliada por meio do teste

de microdureza Vickers. Os resultados evidenciaram a redução dos valores de microdureza em todas as resinas analisadas, visto que o grupo controle, confeccionado sem o uso de líquidos modeladores apresentou o maior valor de microdureza, portanto, todos os agentes de modelagem afetaram a microdureza superficial das resinas compostas. Logo, os autores consideram mais seguro não usar agentes umectantes, a menos que sejam necessários.

O presente estudo apresentou uma interação negativa com perda expressiva da resistência do material restaurador quando se utilizou o Adper Single Bond 2 (3M ESPE), sendo adesivo + primer. O uso de adesivo puro não alterou as propriedades mecânicas da resina composta quanto a tração diametral, no entanto na utilização de primer + adesivo, como líquido modelador de resinas compostas, caso ocorra evaporação incompleta desses solventes, principalmente da água, pode haver um comprometimento da adesividade e resistência da resina, visto que a presença de solventes residuais compromete a polimerização da resina e favorece a degradação da interface de união.

Os solventes mais comumente utilizados são a água (inorgânico), acetona (orgânico) e o etanol (orgânico). Dentre esses, no sistema adesivo utilizado no

presente estudo, Adper Single Bond 2 (3M ESPE), estão presentes o etanol e a água.

Van Landuyt et.al (2007)<sup>8</sup> relataram que os solventes supracitados contribuem para a molhabilidade e difusão dos monômeros resinosos do sistema adesivo, atuando como carreadores desses monômeros para o interior da dentina já condicionada para adesão, e permitem a eliminação de água entre as fibrilas colágenas por meio da desidratação química, havendo infiltração dos monômeros resinosos e formação de camada híbrida. Em contrapartida, Patel et. al. (2017)<sup>7</sup> defende que o uso de tais lubrificantes leva ao aumento na absorção de água e a redução na resistência à tração diametral do material compósito o que posteriormente pode ter um efeito negativo sobre os aspectos físicos e mecânicos do mesmo.

É válido ressaltar que a evaporação dos solventes durante os procedimentos adesivos e restauradores é de extrema importância para que se tenha adequada polimerização final do material. Caso não ocorra a evaporação completa desses solventes, a polimerização dos monômeros resinosos estará comprometida consequentemente pode-se presumir que a

resistência mecânica do material será alterada.<sup>9</sup>

## CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, a utilização de sistemas adesivos como líquidos modeladores com o objetivo de facilitar a manipulação de resinas compostas resultou em uma redução na resistência à tração diametral do compósito analisado. Contudo, mais estudos sobre o tema devem ser realizados utilizando diferentes tipos de compósitos e seus efeitos.

## ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the mechanical strength of nanoparticulate composite resin when incorporated with styling liquids. **Material and methods:** Thirty specimens were made for diametrical tensile testing, based on Filtek Z350 XT nanoparticulate composite resin, subdivided into three groups (GC, G2, G3), namely: GC (control group) with pure composite resin and the groups G2 and G3 that were incorporated adhesive in the composite resin until its complete homogenization, being the G2 with the conventional two-step adhesive system and the G3 with the three-step adhesive system, only the adhesive. The samples were submitted to a diametrical traction test in an Instron 1100 universal testing machine and the data obtained were submitted to a statistical test at a significance level of 5%. **Results:** Mean and standard deviation were obtained for the Diametral Tensile strength data in comparison between groups by ANOVA and Tukey tests, being GC ( $43.653 \pm 6.41$ ); G3 ( $43.292 \pm 7.00$ ) and G2 ( $31.570 \pm 9.61$ ). It was possible to observe that the control group had the highest value of diametrical tensile strength with a statistically significant similarity to the group using pure adhesive (G3). Both were statistically different from the group using adhesive + primer (G2). **Conclusion:** The use of pure adhesive does not change the mechanical properties of the composite resin in terms of diametral tension, however the use of adhesive + primer as a styling liquid for composite resins, aiming at presenting a negative interaction with a significant loss of strength of the restorative material.

**KEYWORDS:** Composite resins. Adhesives. Tensile Strength.

## REFERÊNCIAS

1. Munchow EA, Sedrez-Porto JA, Piva E, Pereira-Cenci T, & Cenci MS. Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. *Dental Materials*. 2016;32(4):570-577.
2. França S. Odontologia restauradora na era adesiva. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*. 2016;70(3):234-241.
3. Sandes DCFDS, & de Mendonça ICG. A importância da resina composta Bulk Fill na odontologia moderna. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*. 2021;13(3):e6901-e6901.
4. Bayraktar ET. et al. Effect of Modeling Resins on Microhardness of Resin Composites. *Eur J Dent*. 2021;15(3):481-487.
5. Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Cenci M., & Pereira-Cenci T. "Translucency and color stability of resin composite and dental adhesives as modeling liquids—A one-year evaluation." *Brazilian oral research*. 2017;(31).
6. Tuncer S, Demirci M, Tiryaki M, Ünlü N, & Uysal Ö. The effect of a modeling resin and thermocycling on the surface hardness, roughness, and color of different resin composites. *Journal of esthetic and restorative dentistry*. 2013;25(6):404-419.
7. Patel J, Granger C, Parker S, & Patel M. The effect of instrument lubricant on the diametral tensile strength and water uptake of posterior composite restorative material. *Journal of dentistry*. 2017;56,33-38.

8. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin, A, & Van Meerbeek B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26), 3757-3785.

9. Luque-Martines IV, Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *J Dent Mater*. 2014;30 (10): 1126-35.