



## ***Avaliação da Resistência à Compressão de Materiais Restauradores com Propriedades Bioativas***

Millena Luiza Vaz da Silveira <sup>1</sup>, Gislene Rodrigues dos Santos <sup>1</sup>, Victor da Mota Martins<sup>2</sup>, Rodrigo Soares de Andrade<sup>3</sup>, Tatiana Carvalho Montes<sup>3</sup>

### ARTIGO ORIGINAL

#### **RESUMO**

A doença cárie, é uma doença de alta prevalência em todo o mundo principalmente na população infantil, que tem como consequência a dissolução da hidroxiapatita. Um composto com capacidade de prevenir ou reduzir a incidência de cárie é o flúor, dessa forma, cada vez mais tem-se desenvolvido e estudado materiais restauradores com uma capacidade de liberação desse composto, como é o caso da Beautifil II (GIOMER –Shofu); faz parte da família dos materiais GIOMER. Objetivo: Esse material tem despertado questionamentos acerca das suas propriedades mecânicas, por apresentarem características e composições diferentes dos mais utilizados, sendo necessário assim estabelecer as suas reais propriedades e benefícios quando comparados com outros materiais restauradores. Metodologia: O presente estudo buscou analisar por meio de um estudo in vitro, a resistência a fratura de uma resina com propriedades de liberação de íons fluoreto e outros (Beautifil II), em comparação com outros dois materiais de mesma função. Resultados: Inquestionavelmente, a resistência e a longevidade dos procedimentos restauradores estão muito ligadas as propriedades mecânicas do material e a capacidade desse de evitar cáries secundárias. As resinas Beautifil II da família dos materiais GIOMER, um material bioativo que possibilita a recarga e liberação de íons multi-funcionais, utilizando a tecnologia S-PRG (Ionômero de Vidro Pré-Reagido), promove além da liberação de flúor a liberação de seis outros tipos de íons, cada qual com sua propriedade. Conclusão: Apesar da diferença na composição, as resinas Beautifil II se comparam com as resinas compostas convencionais (Z350 – 3M).

**Palavras-chave:** Beautifil II. Microinfiltração Marginal. Propriedades Mecânicas.

## Evaluation Of The Compressive Strength Of Restorative Materials With Bioactive Properties

### ABSTRACT

Caries is a highly prevalent disease throughout the world, especially among children, and its consequence is the dissolution of hydroxyapatite. One compound with the ability to prevent or reduce the incidence of caries is fluoride, so restorative materials with the ability to release this compound have been increasingly developed and studied, as is the case with Beautifil II (GIOMER-Shofu); it is part of the GIOMER family of materials. Objective: This material has raised questions about its mechanical properties, as it has different characteristics and compositions from the most commonly used materials, so it is necessary to establish its real properties and benefits when compared to other restorative materials. Methodology: This study aimed to analyze, by means of an in vitro study, the fracture resistance of a resin with fluoride and other ion release properties (Beautifil II), in comparison with two other materials with the same function. Results: Unquestionably, the strength and longevity of restorative procedures are closely linked to the mechanical properties of the material and its ability to prevent secondary caries. Beautifil II resins from the GIOMER family of materials, a bioactive material that enables the recharge and release of multi-functional ions, using S-PRG (Pre-Reacted Glass Ionomer) technology, promote the release of six other types of ions, each with its own properties, in addition to fluoride. Conclusion: Despite the difference in composition, Beautifil II resins compare well with conventional composite resins (Z350 - 3M).

**Keywords:** Beautifil II, Marginal Microleakage, Mechanical Properties.

**Instituição afiliada** – <sup>1</sup> Acadêmica do curso de graduação em Odontologia do Centro Universitário de Patos de Minas <sup>2</sup> Doutor em clínica odontológica integrada <sup>3</sup> Docente do curso de graduação em Odontologia do Centro Universitário de Patos de Minas

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 29 de Outubro e publicado em 09 de Dezembro de 2023.

**DOI:** <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n5p4944-4958>

**Autor correspondente:** Millena Luiza Vaz da Silveira – [millenalvs@unipam.edu.br](mailto:millenalvs@unipam.edu.br)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## **INTRODUÇÃO**

A cárie dentária, considerada uma doença de alta prevalência em todo o mundo principalmente na população infantil, tem o seu desenvolvimento estabelecido através do *Streptococcus Mutans*, uma das bactérias essencialmente envolvidas no processo cariogênico (Kelić et al., 2020) e que com o seu crescimento, metabolismo e os ácidos bacterianos como produto do metabolismo resulta na dissolução da hidroxiapatita (Garcia et al., 2021). Dessa forma, uma das substâncias capazes de prevenir ou reduzir esse problema é o flúor, e cada vez mais tem-se usado materiais restauradores com uma capacidade de liberação deste composto como é o caso dos cimentos de ionômero de vidro (CIV) e das resinas compostas contendo flúor (Şişmanoğlu et al., 2019).

Esses produtos apresentam em comum a capacidade de liberação de flúor e consequentemente propriedades anticariogênicas, porém, por outro lado as resinas compostas convencionais muito utilizadas não apresentam essa característica (Ferracane., 2011).

As resinas contendo flúor, da família dos materiais giomer, um material bioativo que possibilita a recarga e liberação de seis íons multi-funcionais, utilizando a tecnologia S-PRG (Ionômero De Vidro Pré-Reagido) tem sido largamente discutida (Garoushi et al., 2018), pois ao mesmo tempo que promove a liberação do íon fluoreto, por outro lado se assemelha à algumas características e composições das resinas compostas convencionais (Bahari et al., 2022). Porém, por apresentarem características e composições diferentes em sua maioria, as suas propriedades bem como a sua resistência à fratura serão diferentes.

Em concordância, os três materiais necessariamente possuem uma dureza da superfície particular, um fator importante no controle da resistência ao desgaste e, portanto, a durabilidade do material à longo prazo e uma medida para se analisar as propriedades de superfície é a resistência à compressão (Tüzüner et al., 2010). Dessa forma, é importante que se saiba a distinção na resistência à compressão de cada um dos compostos para saber as reais vantagens e desvantagens e consequentemente as principais indicações de uso de cada um.

## METODOLOGIA

### Delineamento De Estudo

Para a realização dos testes, foram selecionados três diferentes materiais restauradores: Grupo 1: Cimento de ionômero de vidro (Riva Light Cure – SDI)(Figura 1); Grupo 2: Resina com liberação de flúor Beautifil II (GIOMER –Shofu)(Figura 2); Grupo 3: Resina composta convencional (Z350 - 3M) (Figura 3).

**Figura 1** - Cimento de Ionômero de Vidro (Riva Light Cure – SDI): Grupo 1



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

**Figura 2** - Resina Beautifil II (GIOMER –Shofu): Grupo 2



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

**Figura 3** - Resina composta convencional Filtek (Z350 - 3M): Grupo 3



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Foram confeccionadas 07 amostras de cada grupo, onde os materiais foram posicionados em moldes cilíndricos com diâmetro interno de 4 mm e 8mm de altura (Figura 4).

**Figura 4** - Matriz Utilizada para confecção das amostras.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Posteriormente polimerizados individualmente por 40s (Radii- SDI, com saída de 800 mW/cm<sup>2</sup>) (Figura 5).

**Figura 5** - Polimerização da amostra inserida na matriz metálica.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Após, as amostras foram retiradas dos moldes (Figura 6), e submetidas a um ciclo adicional de polimerização pelo mesmo tempo. A espessura de cada cilindro foi controlada com paquímetro digital (série 500 Caliper; Mitutoyo America Corp, Aurora, IL, EUA) com precisão de 0,01 mm.

**Figura 6** - Amostra após polimerização, sendo removida da matriz.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Após término da reação de presa, as amostras foram colocadas em potes de vidro contendo água destilada e armazenadas a 37°C por 24 horas em uma estufa bacteriológica (Incubadora B.O.D. 411D) (Figura 8) e (Figura 9).

**Figura 8** - Amostras em potes de vidro contendo água destilada ainda em temperatura ambiente.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

**Figura 9** - Amostras após polimerização, em água destilada em estufa à 37°C.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Decorrido o período de 24 h, o ensaio de resistência à compressão foi realizado em uma máquina de testes Universal (EMIC, linha DL -20000) (Figura 10).

**Figura 10** - Amostra sendo submetida ao teste de resistência à compressão na EMIC.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

A taxa de tensão utilizada para todos os testes foi de 2000.00 kgf/mm<sup>2</sup>/min, com uma velocidade de 0,5 mm/min.

## RESULTADOS

O Modelo Linear Geral (GLM) foi utilizado para testar diferença de médias da Força Máxima entre grupos, utilizando essa última como fator aleatório. O teste de homogeneidade de variâncias de Levene foi aplicado. Os testes de homoscedasticidade Breusch-Pagan Modificado e de White foram utilizados para análise de homoscedasticidade linear e não-linear, respectivamente.

Alternativamente, o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para testar diferença de medianas entre grupos.

O post-hoc de Bonferroni foi utilizado para análises pareadas após as análises supracitadas pelo fato de os grupos serem equilibrados.

Todas as análises foram realizadas no software IBM SPSS v25.0. O nível de significância ( $\alpha$ ) foi estabelecido como 0,05 para todas as análises.

Observa-se que os Grupos Beautifil (Grupo 3) e Filtek (Grupo 1) possuem médias de Força Máxima suportada maior que o Ionômero de Vidro (Grupo 2) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Estimativas de Parâmetro - Modelo Linear Geral (GLM).

Variável dependente: Força			Intervalo de Confiança de 95%	
Parâmetro	B	T	Limite Inferior	Limite Superior
Intercepto	703,200	5,438	421,439	984,961
Grupo 2: Resina Beautifil II	1252,72	6,850	854,250	1651,190
Grupo 3: Resina Filtek	912,220	4,988	513,750	1310,690
Grupo 1: Cimento de ionômero de vidro	0 <sup>a</sup>	_____	_____	_____

<sup>a</sup>. Este parâmetro é configurado para zero porque é redundante.

B. Representa a diferença entre um grupo e o outro, sendo o Ionômero de vidro a referência para os outros dois.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

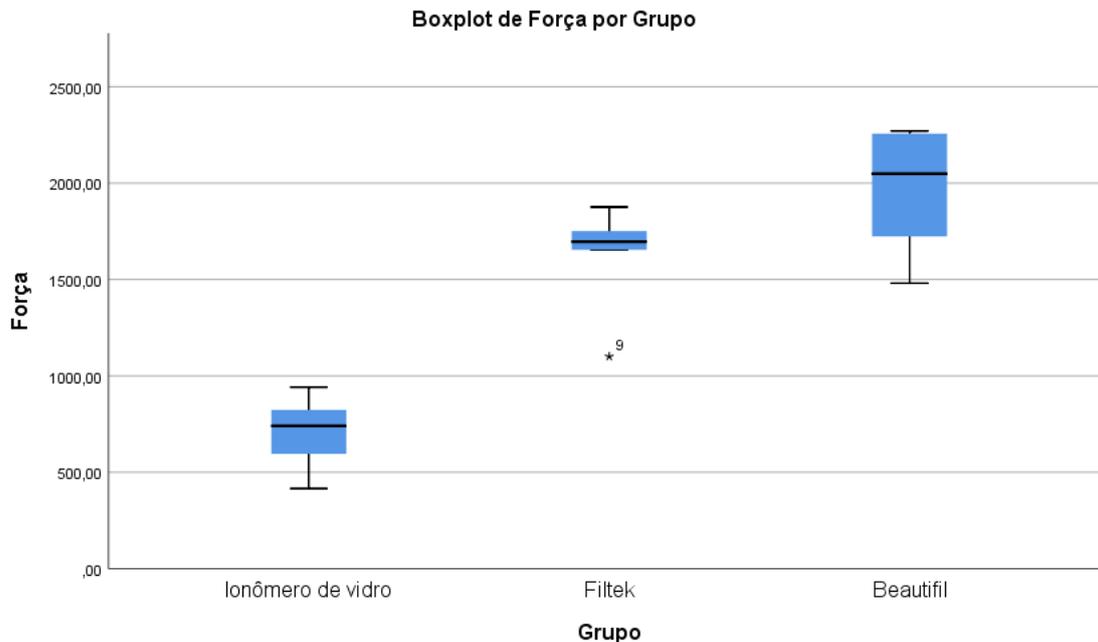
O *post hoc* de Bonferroni confirma as diferenças de médias, e mostra que não há diferença entre os Grupos 3 e 2 Beautifil e Filtek, respectivamente (Tabela 2) (Gráfico 1).

**Tabela 2** – Comparações por Método Pairwise - *post hoc* de Bonferroni.

		Variável Dependente: Força		95% Intervalo de Confiança para Diferença <sup>b</sup>
(I) Grupo 1	(J) Grupo 1	Diferença Média (I-J)	Limite Inferior	Limite Superior
Resina Beautifil II	Resina Filtek	340,500	-167,821	848,821
	Cimento de Ionômero de Vidro	1252,720*	744,399	1761,041
Resina Filtek	Resina Beautifil II	-340,500	-848,821	167,821
	Cimento de Ionômero de Vidro	912,220*	403,899	1420,541
Cimento de ionômero de vidro	Resina Beautifil II	-	-1761,041	-744,399
	Resina Filtek	-912,220*	-1420,541	-403,899
Baseado em médias marginais estimadas				
*. Nível de significância ≤ 0,05				
b. Ajustamento para diversas comparações: Bonferroni.				

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

**Gráfico 1** – Boxplot de Força por Grupo.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

## DISCUSSÃO

Tendo em vista a busca incessante por estética, materiais alternativos ao metal têm sido constantemente desenvolvidos, como é o caso das resinas compostas. Porém, é importante a análise de todas as propriedades desses materiais, tais como a resistência à abrasão, a resistência à fratura, a resistência flexural, a resistência à compressão e a dureza.

No presente estudo *in vitro*, utilizou-se três sistemas restauradores estéticos sendo eles: Grupo 1: cimento de ionômero de vidro (Riva Light Cure – SDI), Grupo 2: resina com liberação de flúor Beautifil II (GIOMER – Shofu) e Grupo 3: resina composta convencional Filtek (Z350 - 3M); e esses foram submetidos a um teste de compressão laboratorial com carga de 2000.00 kgf/mm<sup>2</sup>/min em uma máquina de ensaio universal (EMIC, linha DL -20000). Dessa forma nos possibilita observar, *in vitro*, a resistência e consequentemente fraturas que podem acontecer com as restaurações quando

submetidas a carga mastigatória.

Vários sistemas de resinas existem no mercado e alterações em sua composição foram feitas com o objetivo de melhorar suas propriedades. Um dos fatores relacionados ao aumento da resistência das resinas foi à incorporação de cargas inorgânicas, com a redução do volume de matriz, o que leva a diminuição da contração de polimerização e do processo de desgaste intra-oral (Brito et al., 2007). O grande avanço desses materiais a base de polímeros foi o desenvolvimento da resina Bis-GMA e a adição de agentes de ligação cruzada (De Angelis et al., 2022).

As resinas Filtek (Z350 - 3M) apresentam em sua composição o Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA), e assim como os outros materiais os quatro componentes estruturais básicos são: uma matriz polimérica, partículas de carga inorgânica (geralmente vidros de sílica radiopacos), silano e promotores/reguladores da reação de polimerização (Ferracane., 2011), dessa forma justificando a sua alta utilização principalmente em dentes posteriores pois são capazes de resistir à fratura ao receber uma grande quantidade de pressão oclusal (Al-Ibraheemi et al., 2021).

Já quando se fala no ionômero de vidro o seu principal componente é sílica (SiO<sub>2</sub>) e alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) misturadas a um fundente de fluoreto de cálcio e o ácido poliacrílico, porém a sua vantagem é a presença de partícula de carga ionglass™ que contém íons de flúor e estrôncio, que aumentam sinergicamente a bioremineralização dos dentes e reproduz a característica hidrofílica da dentina (Thuy et al., 2008). Ainda, a tolerância à umidade, coeficiente de expansão térmica semelhante à dentina e o baixo pH durante a reação de adesão é algo presente e que torna esse composto altamente recomendado (Tüzüner et al., 2010; Abdel-Maksoud et al., 2022). Todavia, existem alguns estudos sobre a redução das propriedades físicas do (CIV) associada a maior liberação de flúor e, portanto, a sua utilização como material definitivo em especial em áreas posteriores não é recomendada (Şişmanoğlu et al., 2019).

Por outro lado, nas resinas Beautifil II são encontradas as partículas SPR-G (ionômero de vidro pré-reagido) e possuem como característica principal a liberação de seis tipos de íons, cada qual com a sua propriedade bioativa: Borato, efeito antibacteriano e estimulação óssea; Alumínio, evita hipersensibilidade dentinária; Sódio, facilita a ação dos íons; Fluoreto, formação de flúor-apatita, maior resistência a quedas de pH e efeito antibacteriano; Estrôncio, acelera calcificação e estimula

formação óssea; Silicato, que também estimula calcificação óssea (Garoushi et al., 2018; Shinkai et al., 2022). Em suma, apesar de possuir em sua composição as partículas de ionômero de vidro pré-reagido, o seu alto conteúdo de carga inorgânica na matriz orgânica justifica sua resistência flexural próxima à resina Filtek (Z350 - 3M) (Jafarnia et al., 2021).

Portanto, quando se compara a resistência a compressão dos três materiais é possível analisar uma diferença significativa entre os 3 grupos, mas essa não acontece quando comparados o Grupo 2: Resina Beautifil II e Grupo 3: Resina Filtek. Assim sendo, as resinas Beautifil II (GIOMER-Shofu) se comparam as Resinas Filtek (Z350-3M) quando se fala em resistência a compressão, portanto podendo ser indicada para a mesma função.

Assim, quando se pretende inovar com uma proposta, confrontando uma técnica já estabelecida é preciso avaliar além do aspecto estético e benefícios que o produto promete, suas limitações, a resistência e a longevidade dos procedimentos que utilizam tal produto. Em concordância, os três materiais necessariamente possuem uma dureza de superfície particular tendo em vista as suas composições e características, e um fator importante para definir a durabilidade do material à longo prazo é a resistência a compressão (Tüzüner et al., 2010). Dessa forma, é importante que se saiba a distinção na resistência à compressão dos materiais e as características que justifiquem essa diferença.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Desse modo, as resistências dos três materiais são distintas, em especial quando se compara as duas resinas ao cimento pode-se perceber uma significativa diferença.

Em suma, estudos adicionais se fazem necessários, para a avaliação das inúmeras propriedades particulares de cada um dos materiais.

## REFERÊNCIAS

ABDEL-MAKSOU, H. B. *et al.* Evaluation of Newly Introduced Bioactive Materials in Terms of Cavity Floor Adaptation: OCT Study. **Materials**, v. 14, n. 24, p. 7668, 12 dez. 2021.

AL-IBRAHEEMI, Z. A. *et al.* Assessing Fracture Resistance of Restored Premolars with Novel Composite Materials: An In Vitro Study. **International Journal of Dentistry**, v. 2021, p. 1–10, 20 ago. 2021.

BAHARI, M. *et al.* Effects of different etching strategies on the microtensile repair bond strength of beautiful II giomer material. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, 2018.

BRITO, A. C. R.; COUTO, C. F. DO; GOUVÊA, C. V. D. DE. Avaliação comparativa da resistência à compressão entre uma resina composta direta e duas resinas laboratoriais. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 7, n. 2, p. 145–148, 2007.

DE ANGELIS, F, VADINI M, CAPOGRECO M, *et al.* Effect of Light-Sources and Thicknesses of Composite Onlays on Micro-Hardness of Luting Composites. **Materials (Basel)**. 2021 Nov 13;14(22):6849. doi: 10.3390/ma14226849. PMID: 34832251; PMCID: PMC8618162.

FERRACANE, J. L. Resin composite--state of the art. **Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials**, v. 27, n. 1, p. 29–38, 1 jan. 2011.

GARCIA, I. M. *et al.* Wear Behavior and Surface Quality of Dental Bioactive Ions-Releasing Resins Under Simulated Chewing Conditions. **Frontiers in Oral Health**, v. 2, 12 fev. 2021.

GAROUSHI, S.; VALLITTU, P. K.; LASSILA, L. Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. **Dental Materials Journal**, v. 37, n. 2, p. 293–300, 2018.

JAFARNIA, S. *et al.* Physical and mechanical characteristics of short fiber-reinforced resin composite in comparison with bulk-fill composites. **Journal of Oral Science**, v. 63, n. 2, p. 148–151, 2021.



KELIĆ, K. *et al.* Fluoride-Releasing Restorative Materials: The Effect of a Resinous Coat on Ion Release. **Acta Stomatologica Croatica**, v. 54, n. 4, p. 371–381, 15 dez. 2020.

SHINKAI, K. *et al.* Dentin bond strengths of all-in-one adhesives combined with different manufacturers' flowable resin composites. **Dental Materials Journal**, 2021.

ŞIŞMANOĞLU DDS, PHD, S.; GÜMÜŞTAŞ DDS, PHD, B.; YILDIRIM-BILMEZ DDS, PHD, Z. Effect of Polishing Systems on Fluoride Release and Surface Roughness of Different Restorative Materials. **Odovtos - International Journal of Dental Sciences**, p. 227–238, 27 set. 2019.

THUY, T. T. *et al.* Effect of strontium in combination with fluoride on enamel remineralisation in vitro. **Archives of Oral Biology**, v. 53, n. 11, p. 1017–1022, nov. 2008.

TÜZÜNER, T.; ULUSU, T. Effect of antibacterial agents on the surface hardness of a conventional ionomer cement. **Journal of applied oral science**, v. 20, n. 1, p. 45-49, 2012.