

# Caracterização Mecânica de Resinas Dentárias Compostas

## Mechanical Characterization of Composite Dental Resins

<sup>(1)</sup> Lidiane Gomes da Silva, g.lidiane@yahoo.com.br

<sup>(1)</sup> Rita Cristina de Cássia Ramos, ritexis@yahoo.com.br

<sup>(2)</sup> Rossano Gimenes, rossano@unifei.edu.br

<sup>(1)</sup> Centro Universitário de Itajubá – FEPI, Av. Dr. Antônio Braga Filho, nº 687, Porto Velho, Itajubá – Minas Gerais.

<sup>(2)</sup> Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho, Itajubá-MG, Brasil.

Recebido: 12 de Abril de 2018; Revisado: 30 de Abril de 2019.

### RESUMO

Resinas odontológicas presentes no mercado apresentam diferentes granulometrias não especificando a resistência à compressão, característica importante para duração das obturações e restaurações dentárias. Sendo assim faz-se de extrema importância a caracterização mecânica das mesmas. Neste trabalho foram testadas resinas compostas experimentais Pirólise de *Spray* Ultrassônica (USP) fabricadas em trabalhos anteriores. Foram amostrados grupos com diferentes tratamentos de fabricação: Pirólise de *Spray* Ultrassônica 1 (USP1), Pirólise de *Spray* Ultrassônica 2 (USP2), Pirólise de *Spray* Ultrassônica 3 (USP3), Pirólise de *Spray* Ultrassônica 4 (USP4) que serão especificadas no decorrer do texto. Foram produzidos corpos de prova seguindo a norma ANSI/ADA número 27 e ISO 4049:2009 para os ensaios de compressão destes grupos experimentais e também de uma marca comercial da empresa 3M Filtek Z250XT<sup>®</sup>. Destas, foram feitos cinco corpos de prova para serem testados. Os testes de compressão foram realizados no Centro Universitário de Itajubá FEPI em uma máquina de ensaio universal AME 5kN (Oswaldo Filizola<sup>®</sup>). Os testes foram realizados até a ruptura do corpo de prova. O ensaio de compressão a resistência mecânica comprovou que, dentre as amostras experimentais, a amostra USP4 obteve 13,27 MPa de resistência. Valor inferior ao da resina comercial Filtek Z250XT<sup>®</sup>, que apresentou valor de 77MPa. Estes dados revelam que os testes mecânicos em resinas dentárias são valores de grande importância para o conhecimento do produto que está sendo utilizado.

**Palavras-chave:** Resina. Resistência a Compressão. Microhíbrida.

### ABSTRACT

Dental resins present in the market have different granulometry not specifying the compressive strength, an important feature for the duration of dental fillings and restorations. Thus, their mechanical characterization is extremely important. In this work were tested experimental composite resins Ultrasonic Spray Pyrolysis (USP) manufactured in previous works. Groups with different manufacturing treatments were sampled: Ultrasonic Spray Pyrolysis 1 (USP1), Ultrasonic Spray Pyrolysis 2 (USP2), Ultrasonic Spray Pyrolysis 3 (USP3), Ultrasonic Spray Pyrolysis 4 (USP4) which will be specified during text. Specimens were produced following ANSI / ADA standard number 27 and ISO 4049: 2009 for the compression tests of these experimental groups and also a trademark of 3M Filtek Z250XT<sup>®</sup>. Of these five specimens were made to be tested. Compression tests were performed at the Itajubá University Center FEPI on an AME 5kN (Oswaldo Filizola<sup>®</sup>) universal testing machine. These tests were performed until the specimen rupture. The mechanical strength compression test showed that, among the experimental samples, the USP4 sample obtained 13.27 MPa resistance. Lower value than commercial Filtek Z250XT<sup>®</sup> resin, which was 77MPa. These data reveal that mechanical tests on dental resins are values of great importance for the knowledge of the product being used.

**Keywords:** Resin. Compression Resistance. Microhybrid.

## INTRODUÇÃO

Pesquisas em resinas dentárias compostas buscam a melhoria das obturações e restaurações dentárias. Essas resinas são utilizadas em diversos dentes, mas a maioria apresenta pouca duração e baixa resistência mecânica em comparação com as feitas com amalgama (CRAIG; POWERS; WATAHA,2002).

A fabricação das resinas compostas dentárias se dá em três etapas. Na primeira carga inorgânica, e esta pode apresentar diferentes granulometrias (Tabela 1) e compostos químicos como, por exemplo: quartzo, cerâmicas ou vidros (ANUSAVICE,1998).

**Tabela 1** - Classificação conforme granulometria das resinas dentárias.

Classificação	Tamanho médio	Vantagens	Desvantagens
Macropartículas	15 a 100 $\mu\text{m}$	Alta resistência Mecânica	Alto grau de Manchamento. Radiopacidade menor que a dentina
Micropartículas	0,01 a 0,06 $\mu\text{m}$	Alto grau de polimento e manutenção do mesmo.	Grandes porções de manchamento. Baixa resistência mecânica
Híbridas	0,6 a 3,0 $\mu\text{m}$	Maior resistência Mecânica Maior capacidade de manutenção de polimento	Dificuldade de manutenção de Polimento.
Microhíbridas	0,4 a 1,0 $\mu\text{m}$	Excelente Polimento e manutenção do brilho.	
Nano-particuladas	0,005 a 0,070 $\mu\text{m}$	Alto Grau de Polimento	Lisura superficial
Nanohíbridas	0,04 e 3,0 $\mu\text{m}$		

A segunda etapa é a silanização destas cargas inorgânicas, esta etapa garante que as ligações químicas entre os compostos inorgânicos e os da próxima etapa (orgânicos) sejam efetivas (ANUSAVICE, 1998). Na terceira ocorre à adesão entre a carga inorgânica e a matriz polimérica e esta pode ser composta de uma mistura entre o Bisfenol Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), Uretano Dimetacrilato (UDMA) e Trietilenoglicol Dimetacrilato (Teg-DMA).

Os laboratórios que desenvolvem materiais dentários buscam a melhoria tanto no aspecto estético quanto na qualidade mecânica das mesmas. Para tanto alguns testes são realizados como teste de compressão mecânica, flexão, resistência à abrasão. Em uma restauração, a resina dentária deve se aderir facilmente ao dente natural, para que não ocorra infiltração dentária e cause danos ao paciente, esta resina deve também ter boa lisura com baixa rugosidade e alto grau de resistência a compressão. No entanto outros tipos de propriedades mecânicas também são estudados, porém o teste de compressão é o mais importante por se tratar da carga que será exercida durante a mastigação (Bouschlicher et al.,2004). O teste de resistência à compressão, mostra a capacidade do material de suportar o estresse funcional intraoral. Visto que, algumas resinas dentárias possuem ótimo

polimento, mas baixa resistência a compressão, fazendo com que o paciente volte ao consultório dentário para uma nova restauração.

A classificação das resinas compostas baseia-se no módulo de elasticidade, percentual de carga em volume, tamanho médio da carga, rugosidade, dureza e resistência à compressão (WILLEMS et al. 1992). Sendo o módulo de elasticidade um fator mensurável, pois é a capacidade de um determinado material voltar ao seu estado normal antes da ruptura, isto é essencial nas resinas dentárias composta, para que durante a mastigação, as restaurações suportem a carga aplicada. O módulo de elasticidade é conhecido como módulo de Young, por referência ao cientista inglês Thomas Young (1773-1829), que estudou o comportamento elástico das barras. A equação é conhecida como Lei de Hooke, pelos trabalhos de outro cientista inglês, Robert Hooke (1635-1703), que foi o primeiro a estabelecer experimentalmente a relação linear existente entre tensões e deformações (HIBBELER, 2006). A rugosidade é o que define a lisura no acabamento de restaurações dentárias, isto ocorre para que não fiquem detritos acumulados nos dentes, desta forma quanto menos rugoso a resina dentária, melhor será seu acabamento e lisura superficial conforme as dos dentes naturais. Com isto também se mantém a cor dos dentes sem

que eles escureçam precocemente.

Apesar destes e outros diferenciais, muitas resinas diferentes são lançadas no mercado sendo classificadas apenas com a quantidade de granulo existente, fazendo com que, a grande maioria de resinas dentárias com a mesma especificação técnica, sejam similares. Por estes e outros motivos que se estudam as propriedades mecânicas das resinas dentárias, e deve-se comprovar que resinas com mesma granulometria possuem propriedades mecânicas diferentes.

O objetivo deste trabalho é caracterização mecânica das resinas dentárias confeccionadas e comparar com a resina dentária comercial Filtek Z-250XT® (3M-ESPE), resina compostas dentárias de mesma granulometria, possuem resistência a compressões diferentes. Fator que influencia em sua durabilidade.

## **METODOLOGIA**

Neste trabalho utilizou-se partículas inorgânicas do sistema Alumínio Boro Silicato, produzidas via método ultrassônico spray pirólise (USP) (da SILVA, 2015) com diferentes tratamentos formando os grupos: USP-1, USP-2, USP-3 e USP-4, foi selecionada também uma resina dentária comercial, Filtek Z-250XT® (3M-ESPE - St. Paul, MN, EUA), a fim de comparar as resinas dentárias produzidas

com a comercial.

Os modos de tratamento são apresentados na tabela 2, às partículas foram produzidas em trabalhos anteriores (da SILVA, 2015).

**Tabela 2-** Composição e tratamento químico das resinas dentárias

Resina composta	Classificação	Matriz orgânica	Conteúdo inorgânico	Zona de aquecimento	Vazão de ar
USP 1	Micro-Híbrida	Bis-GMA, UDMA, Teg-DMA	Alumínio-Boro-Slicato em volume (0,4 a 1,0 µm)	600°C/900°C	1,5 l/min
USP 2	Micro-Híbrida	Bis-GMA, UDMA, Teg-DMA	Alumínio-Boro-Slicato em volume (0,4 a 1,0 µm)	900°C/600°C	1,5 l/min
USP 3	Micro-Híbrida	Bis-GMA, UDMA, Teg-DMA	Alumínio-Boro-Slicato em volume (0,4 a 1,0 µm)	600°C/900°C	3,0 l/min
USP 4	Micro-Híbrida	Bis-GMA, UDMA, Teg-DMA	Alumínio-Boro-Slicato em volume (0,4 a 1,0 µm)	900°C/600°C	3,0 l/min
Z 250® (3M-ESPE)	Micro-Híbrida	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA	Zircônia/Sílica 60% em volume (0,01 a 3,5 µm).	N/A	N/A

O teste de resistência à compressão foi realizado baseado na norma ISO 4049:2009 ANSI/ADA especificação número 27. Os corpos de prova foram confeccionados utilizando uma espátula de dentista para inserir cada incremento de resina composta em uma matriz de aço inox 304L, conforme figura 4, quadrada bipartida com 4 mm de diâmetro e 8 mm de altura. A matriz foi posicionada sobre um pedaço de papel vegetal a fim planificar a resina. A cada incremento, a resina composta foi fotopolimerizada utilizando um fotopolimerizador Lec Plus LED com ponteira de fibra óptica MMotics, figura 5,

com comprimento de onda de 455nm+/- 20 nm, durante tempo de 40 segundos. Após a inserção do incremento de material, e, sob pressão de um pino confeccionado em aço inox 304L, de diâmetro de 4 mm e altura de 20 mm, a amostra foi compactada.



**Figura 4-** Imagem do molde preparado em aço inox 304L, para confecção dos corpos de prova para ensaio de compressão. Fonte: da SILVA, 2015



**Figura 5 -** Fotopolimerizador de caneta com ponta em fibra óptica Lec Plus LED.

Os excessos de resina foram removidos com auxílio da espátula utilizada para colocar o incremento no mesmo molde. Todas as amostras, após a confecção, foram armazenadas em recipientes cerâmicos imersos em água destilada pelo período de 24 h à 37°C em uma estufa, esta encontra-se no laboratório de química que fica no

Centro Universitário de Itajubá FEPI.

Decorrido o período de 24 h, o ensaio de resistência à compressão foi realizado em uma máquina de testes Universal AME 5kN (Oswaldo Filizola®), figura 6, com uma velocidade de 0,5 mm/min. Este equipamento encontra-se no laboratório de metalografia do Centro Universitário de Itajubá –FEPI.



**Figura 6** - Equipamento de Teste Universal AME 5kN (Oswaldo Filizola®).

Os resultados foram obtidos em newtons (N) em função da deformação. Em seguida calculou-se a resistência a compressão exercidas em megapascal (MPa) de acordo com a equação 1 descrita por Krishnan e Yamuna (1998):

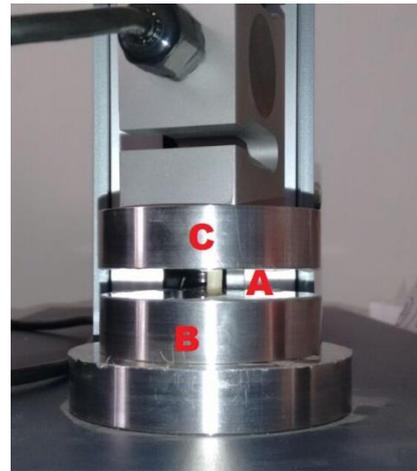
$$RC = \frac{F}{\pi.r^2} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

RC - resistência à compressão (MPa),

F - força máxima obtida(N);

r - raio da amostra ( $2 \times 10^{-3}$ m).

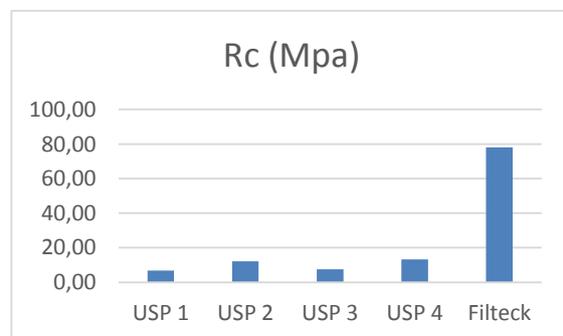


**Figura 7** - Ensaio mecânico de resistência à compressão: (A) corpo-de-prova; (B) base para posicionamento do corpo-de-prova; (C) Dispositivo utilizado para comprimir o corpo-de-prova.

Os resultados da resistência à compressão foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância (ANOVA, Pacote OFFICE 2007) para a homogeneidade dos grupos de dados, e do teste Tukey (PAST) para a identificação das diferenças entre os grupos de medidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 8 apresenta o gráfico da Resistência a compressão das amostras USP ensaiadas.



**Figura 8** – Valores de Resistência a Compressão

A resina Filtek Z 250® (3M-ESPE), obteve maior valor de resistência a

compressão. Esta resina é uma resina comercial muito utilizada entre os profissionais da área odontológica, tendo ela a mesma granulometria das outras resinas desenvolvidas por SILVA, 2015. A Filtek Z 250® (3M-ESPE) é classificada também como Micro híbrida e pode ser utilizada nas restaurações de dentes posteriores e anteriores.

A resina dentária desenvolvida por SILVA (2015), que teve seu melhor desempenho foi a USP4, que representa 13% do resultado da resina Filtek Z 250® (3M-ESPE,1998).

A análise estatística que se encontra evidencia que as diferenças entre os ensaios foram significativas entre a resina composta produzida por Da SILVA, 2015 e a resina composta Filtek Z250-XT® (3M-ESPE,1998) quanto à resistência a compressão ( $F = 35,90, p < 0,00000000072$ ).

Verificou-se que as amostras de resinas dentárias apresentam diferenças significativas entre os corpos de prova testados, isto é, existem diferenças entre as médias de cada grupo, segundo teste estatístico ANOVA.

Verificou-se que as amostras dos grupos USP não apresentaram diferenças entre suas médias, já em relação à amostra da empresa 3M todas elas diferem entre si, teste Tukey( $p \leq 0,05$ )

Os experimentos evidenciaram que

apesar das resinas dentárias compostas serem classificadas da mesma maneira, quanto ao tamanho dos grânulos e compostos químicos, as mesmas apresentaram diferentes resistências à compressão (RC), isto comprova que existe uma relação entre as matrizes orgânicas e as propriedades de cada resina. Desta forma se torna necessário o conhecimento da composição da resina para que se possa fazer uma estimativa do seu comportamento mecânico (BRITO, 2007).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados estudados, pode-se concluir que é necessário ter um bom conhecimento no que diz respeito a propriedades e classificação do tipo de resina que será utilizado para uma restauração. Isto é facilmente detectado neste artigo, onde é mostrada que há diferença entre os tipos de resinas, e apesar de possuírem mesma granulometria, apresentaram resistência à compressão diferente. As resinas USP's tem matriz orgânica diferente da matriz orgânica do Filtek Z 250® (3M-ESPE), esta diferença pode ter contribuído para o fraco desempenho das resinas USP (Da SILVA, 2015).

Com o desenvolvimento cada vez maior em pesquisas com resinas dentárias, espera-se alcançar uma resina que possua

grau de resistência a compressão desejado, ótima lisura e nenhuma sorção de água.

## REFERÊNCIAS

3M ESPE. Filtek Z250 **Universal Restorative System**. Technical Product Profile. St. Paul, 1998.

ANUSAVICE, K. J. Resinas para Restauração. **Phillips Materiais dentários**. p. 161-177. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.

BOUSCHLICHER M. R., Rueggeberg F.A., Wilson BM. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. **Oper Dent**; n.29, p.698-704, 2004.

BRITO A.C.R., Couto C.F., Gouvêa CVD. Avaliação comparativa da resistência à compressão entre uma resina composta direta e duas resinas laboratoriais. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**.v.7, n. 2, p.145-8, 2007.

DA SILVA, L. G. **Desenvolvimento de partículas inorgânicas do sistema Boro-Alumínio-Silicato utilizando método de Spray Pirólise Ultrassônica (USP) para a aplicação em resinas dentárias compostas fotopolimerizáveis**. Qualificação Tese Doutorado, Universidade

Federal de Itajubá, 2015.

HIBBELER, R. C. **Resistência dos materiais**. Pearson Prentice Hall, 2006.

<https://navalifpe.files.wordpress.com/2011/09/06-ensaio-de-compressc3a3o.pdf>  
Acessado em 10 de Novembro de 2016

KRISHNAN, V.K.; YAMUNA, V. Effect of initiator concentration, exposure time and particle size of the filler upon the mechanical properties of a light-curing radiopaque dental composite. **J Oral Rehabil, Oxford**, v. 25, n. 10, p. 747-751, Oct. 1998.

DEBNET, S. et al. Silane treatment effects on glass/resin interfacial shear strengths. **Dental Materials**, v. 19, n. 5, p. 441-448, 2003.

SILVA, F.A.S., AZEVEDO C.A.V. Comparison of means of agricultural experimentation data through different tests using the software Assistat. **Afr. J. Agric. Res.** v.11, n.37, p. 3527-3531, 2016.  
DOI: 10.5897/AJAR2016.1152

SILVA, F.A.S., Azevedo C.A.V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.** Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September DOI: 10.5897/AJAR2016.11522