

# Reforço da resina acrílica para restaurações provisórias utilizando diferentes formatos e posições do fio ortodôntico

Reinforcement of an interim acrylic resin for provisional restorations using different design and position of orthodontic wire

Felipe Brentano<sup>a</sup>, Luciano Garcia Guedes<sup>a</sup>, Lilian Rigo<sup>b</sup>,  
Leonardo Federizzi<sup>c</sup>, Christian Schuh<sup>c,d</sup>, Aloísio Oro Spazzin<sup>c,d,\*</sup>

<sup>a</sup> Clínica Particular

<sup>b</sup> Departamento de Saúde Coletiva da Escola de Odontologia da Faculdade Meridional (IMED), Passo Fundo, RS, Brasil.

<sup>c</sup> Departamento de Odontologia Restauradora da Escola de Odontologia da Faculdade Meridional (IMED), Passo Fundo, RS, Brasil.

<sup>d</sup> Departamento de Prótese Dentária do Centro de Estudos Odontológicos Meridional (CEOM), Pós-Graduação da Faculdade Meridional (IMED), Passo Fundo, RS, Brasil.

## RESUMO

**Objetivos.** Avaliar a influência do forma do fio ortodôntico e sua posição vertical no reforço de uma resina acrílica utilizada para próteses parciais fixas provisórias.

**Método.** Foram confeccionadas 70 barras (25 x 3 x 3 mm) utilizando resina acrílica à base de polimetilmetacrilato com diferentes reforços (n = 10). Dois diferentes formatos da secção transversal do fio foram avaliados: circular (C) e retangular (R). Três posições verticais do fio também foram avaliadas: superior (S), mediana (M), inferior (I). Espécimes do grupo controle foram avaliados sem reforço. As diferentes condições experimentais foram avaliadas em teste de resistência à flexão por 3 pontos em máquina universal de ensaios. Os dados foram analisados utilizando a análise de variância ANOVA (1-fator) seguido pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

**Resultados.** Os valores médios de resistência à flexão e desvio padrão foram: RI = 171±15<sup>a</sup>; CI = 125±15<sup>b</sup>; RM = 117±11<sup>bc</sup>; RS = 108±13<sup>cd</sup>; CM = 99±7<sup>d</sup>; controle = 90±4<sup>d</sup>; e CS = 89±10<sup>d</sup>.

**Conclusão.** A utilização de fio ortodôntico retangular na posição inferior do material apresentou a melhor condição de reforço da resina acrílica para prótese parcial fixa provisória.

Recebido em 12/12/11

Artigo revisado em  
25/01/12

Aceito em 10/02/12

**Descritores:**

Prótese Parcial Temporária  
Resinas Acrílicas  
Resistência de Materiais

\*AUTOR CORRESPONDENTE:

ALOÍSIO ORO SPAZZIN, FACULDADE MERIDIONAL (IMED), RUA SENADOR PINHEIRO, 304, 99070-220, PASSO FUNDO, RS.  
FONE: (54) 3045-6100  
EMAIL: aospazzin@yahoo.com.br

## Introdução

As restaurações provisórias, sejam próteses unitárias ou próteses parciais fixas (PPF), devem cumprir funções importantes durante o tratamento, desde o preparo do dente até a finalização após cimentação da restauração final (1-3). Os requisitos de uma restauração temporária são fornecer proteção pulpar,

estabilidade posicional, manter a função oclusal, permitir higienização, possuir resistência, retenção e estética (4).

Materiais contemporâneos para fabricação de restaurações provisórias unitárias ou múltiplas são principalmente à base de resina, e se diferem pelo método de polimerização, composição da carga, e tipo de monômero. Os mais utilizados são polimetilmetacrilato

(PMMA) e compósitos à base de Bis-Acryl. Durante a seleção de um material para restaurações temporárias unitárias ou múltiplas, o clínico deve considerar vários fatores, assim como as propriedades físicas (resistência à flexão, dureza superficial, resistência ao desgaste, estabilidade dimensional, contração de polimerização, estabilidade de cor e radiopacidade), propriedades de manipulação (tempo de presa, tempo de trabalho, tempo de presa previsível e consistente, fácil corte e polimento, e reparabilidade), aceitação pelo paciente (cheiro e gosto) custo do material (4). Nenhum material para restaurações provisórias agregam todos estes requisitos (4, 5).

Para restaurações unitárias os compósitos Bis-acryl oferecem muitas propriedades desejáveis. Enquanto que, para restaurações múltiplas, complexas e de longa duração o material de escolha é o PMMA (resina acrílica), pois possuem alta resistência à flexão, fácil reparo, fácil e bom polimento, adaptação marginal aceitável, boa estabilidade de cor, excelente estética e custo favorável (4).

Diferentes métodos para melhorar as propriedades dos materiais para PPF provisórias tem sido avaliados (6-8). Resultados positivos têm sido encontrados utilizando metal e fibras como reforço (7, 9-13). Geerts e Theuns (7) mostraram valores similares de resistência utilizando reforço com fibra ou fio de aço, sugerindo que fios metálicos são uma opção menos onerosa para o clínico. Outros fatores poderia influenciar na resistência de PPF com reforço, assim como sua posição vertical (sentido gengivo-oclusal) (14) e o formato da secção transversal do fio metálico. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de dois formatos da secção transversal (circular ou retangular) do fio ortodôntico e sua posição vertical (superior, média ou inferior) na resistência à flexão ( $R_f$ ) de uma resina acrílica utilizada em PPF provisórias. As hipóteses avaliadas foram que: 1) a utilização de fio metálico aumenta a  $R_f$  da resina acrílica; 2) o fio retangular aumenta a  $R_f$  da resina acrílica comparado ao fio circular; e 3) a posição inferior do fio aumenta a  $R_f$  da resina acrílica comparada às demais posições.

## Materiais e métodos

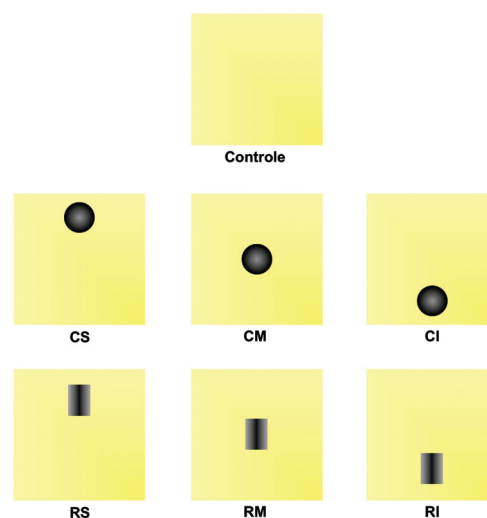
### *Preparo dos espécimes*

Uma matriz metálica com três compartimentos foi utilizada para confeccionar os espécimes com diferentes posições do fio ortodôntico. Foram obtidos 70 barras (25 x 3 x 3 mm) utilizando uma resina acrílica autopolimerizável para restaurações provisórias (Dencor; Clássico, São Paulo, SP). Foram utilizados como reforço fios ortodônticos com diferentes formatos de sua secção transversal: fio circular (C) 0,7 mm de diâmetro, e retangular (R) 0.48 x 0.63 mm (Morelli,

Sorocaba, SP). Para os espécimes do grupo controle não foi utilizado fio ortodôntico. A matriz metálica utilizada nos demais grupos possuía dispositivos laterais com canaletas possibilitando o controle na posição dos fios ortodônticos para as diferentes posições verticais: superior (S), mediana (C) e inferior (I).

A Figura 1 representa a secção transversal obtida para os grupos experimentais. Para os grupos CS e RS, os dispositivos apresentavam uma canaleta lateral permitindo o posicionamento do fio na porção superior do espécime. Para os grupos CM e RM, os dispositivos apresentavam uma canaleta lateral para posicionamento do fio na porção central do espécime. Para os grupos CI e RI, os dispositivos apresentavam uma canaleta lateral para o posicionamento do fio na porção inferior do espécime.

Para os grupos com reforço interno de fio ortodôntico, foram cortados segmentos de 28 mm de comprimento do fio e submetidos a um tratamento superficial com jato de óxido de alumínio de 180  $\mu\text{m}$  (Mult Jet III; EDG, São Carlos, SP) com pressão de 2 bar e limpos com álcool etílico. A manipulação da resina acrílica foi conduzida conforme as orientações do fabricante. A proporção pó-líquido em volume utilizada foi 1 porção de líquido para 2,5 porções de pó. O líquido foi colocado em um pote de vidro e sobre este o pó, sendo misturados lentamente com uma espátula por cinco segundos. A resina acrílica foi inserida na cavidade retangular da matriz metálica em uma única etapa no grupo controle. Para os grupos com reforço, a resina acrílica foi inserida até a metade da matriz, posicionado o fio ortodôntico nas canaletas laterais, posteriormente, preenchido o restante da matriz metálica. Sobre a resina foi posicionada uma matriz de poliéster e lâmina de vidro até presa completa do material. O acabamento e polimento dos espécimes foi realizado sob refrigeração com lixas de SiC granulação 600 (Norton S.A., São Paulo, SP) e os espécimes armazenados em água destilada a 37°C por 24 h.



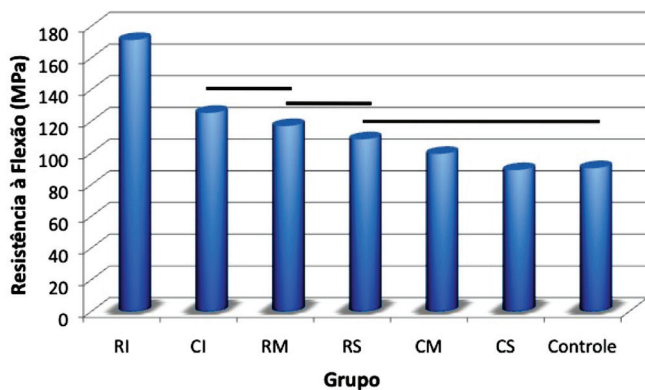
**Figura 1** – Ilustração esquemática da secção transversal dos diferentes espécimes obtidos.

## Teste de resistência à flexão

O teste de Rf de três pontos foi realizado em máquina de ensaios mecânicos (DL 2000; EMIC, São José dos Pinhais, PR). A carga foi aplicada no centro dos corpos-de-prova a uma velocidade de 0,5 mm.min<sup>-1</sup> até a fratura do espécime. A Rf (MPa) foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$Rf = 3FL / 2WH^2$$

em que F foi a carga máxima necessária para fratura do espécime (N), L a distância entre os suportes (20 mm), W a largura (mm) e H (mm) a espessura do espécime. Os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA (1-fator) seguido pela teste de Tukey com nível de significância de 5%.



**Figura 2** – Resultados de resistência à flexão. Grupos (barras) conectados pela mesma linha não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ).

## Resultados

As médias da Rf são apresentados na Figura 2. A análise de variância ANOVA (1-fator) mostrou diferença estatística entre os grupos ( $p < 0,001$ ). Os espécimes do grupo RI (171 ± 15 MPa) apresentaram maiores valores médios de resistência comparados aos demais grupos ( $p < 0,05$ ). Os grupos CS (89 ± 10 MPa), CM (99 ± 7 MPa), e RS (108 ± 13 MPa) apresentaram valores médios de resistência similares ao grupo controle (90 ± 4 MPa,  $p > 0,05$ ). Enquanto que, os grupos RM (117 ± 11 MPa) e CI (125 ± 15 MPa) apresentaram valores médios de resistência intermediários, sem diferenças entre si ( $p > 0,05$ ).

## Discussão

O uso de fio ortodôntico no interior da resina acrílica aumentou a Rf para alguns grupos dependendo da posição vertical do fio e do formato de sua seção transversal, confirmando parcialmente a primeira hipótese. A resina de PMMA é um material friável apresentando maior resistência à compressão que tração.

(10) Deste modo, as restaurações fraturam sempre no lado de tensão contrário à superfície de carregamento oclusal.

Quando a resistência à tração do polímero é menor que do reforço utilizado, os espécimes aumentam sua resistência quando o reforço é colocado na área de maior tensão, ou seja, lado contrário ao carregamento.<sup>(7)</sup> Isto explica o aumento na Rf quando o fio foi posicionado na parte inferior do espécime independente da seção transversal do fio, confirmando a segunda hipótese do estudo. Estes achados estão em concordância com o estudo de Ellakwa et al. <sup>(15)</sup> avaliando a posição do reforço de fibra em um composto laboratorial. Os autores concluíram que movendo o reforço de fibra 1,5 mm da região de tensão do espécime (parte inferior) em direção região de compressão (parte superior) a resistência diminuiu significativamente. No presente estudo, os grupos onde o fio foi colocado na parte superior do espécime apresentaram resultados similares ao grupo controle, sugerindo que o uso de fio nesta posição poderia ser dispensável.

Em relação ao formato da seção transversal, de modo geral, o uso do fio retangular apresentou melhores resultados quando comparado ao fio circular, aceitando parcialmente a terceira hipótese. Quando este foi posicionado na região intermediária ou inferior do espécime os resultados foram distintos dependendo do seu formato. O fio circular utilizado na região intermediária do espécime também apresentou resistência similar ao grupo controle, enquanto que o fio retangular aumentou a resistência. Os maiores valores de resistência foram encontrados para o fio retangular na posição inferior. Provavelmente, o formato retangular do fio pode ter aumentado a rigidez do conjunto, e conseqüente, sua resistência. Estudos adicionais utilizando o método dos elementos finitos podem esclarecer estes achados.

A efetividade do uso de um reforço, depende de uma adequada união entre este material e a resina acrílica. Não havendo uma adequada união, o preenchimento pode atuar como um ponto de enfraquecimento dentro do material.<sup>(4)</sup> Carroll e Von Fraunhofer <sup>(16)</sup> compararam a Rf de uma resina acrílica associada a fios metálicos de diversos diâmetros. Os resultados mostraram que o fio de aço de 0,7 mm aumentou a resistência em cerca de 13%, com diferença significativa ao grupo sem reforço, mesmo utilizando o fio com sua superfície lisa. Bastos <sup>(17)</sup> obteve um resultado médio de 153 MPa utilizando fio circular com 0,7 mm de diâmetro, aumento de 80% do grupo controle, porém o fio ortodôntico teve sua superfície asperizada através da abrasão mecânica com uma ponta abrasiva cilíndrica. No presente estudo, o aumento foi de 90% para o fio retangular e 39% para o fio circular na posição inferior. O jateamento com óxido de alu-

mínio foi escolhida para texturização da superfície, pela maior padronização quando comparada a ação de pontas montadas abrasivas. Estudos comparando os métodos de asperização podem definir qual destes produzem melhor resistência.

Testes in vitro de carregamento estático difere das condições dinâmicas intraorais reais (18, 19). O carregamento cíclico pode ser incorporado para simular o ambiente clínico, uma vez que, microtrincas e defeitos se propagam em materiais assim como a resina acrílica durante processos térmicos ou mecânicos, o que pode reduzir significativamente sua resistência (20). No presente estudo, nenhum carregamento cíclico em ambiente úmido foi realizado, sendo uma limitação do estudo.

Um ponto muito importante deve ser considerado clinicamente, pois a utilização do fio ortodôntico, além de reforço da material em algumas das condições testadas, quando da fratura de uma prótese parcial fixa provisória, promove retenção dos componentes da prótese não permitindo a sua ruptura completa. Deste modo, evita uma situação desfavorável ao paciente. Em conclusão, a resistência da resina acrílica, utilizada para próteses parciais fixas provisórias, foi aumentada utilizando fio ortodôntico, principalmente, de formato retangular e posicionado na parte inferior do material. Estudos adicionais, avaliando o comportamento biomecânico destas condições experimentais pelo método dos elementos finitos e sob fadiga mecânica, podem gerar dados mais confiáveis clinicamente.

## ABSTRACT

**Aim.** To evaluate the influence of orthodontic wire design and your vertical position on reinforcement of an interim acrylic resin for fixed partial prostheses.

**Methods.** Seventy bar-shaped specimens (25 x 3 x 3 mm) were made using an interim acrylic resin with different reinforcement (n = 10). Two design of the orthodontic wire: circular (C) or rectangular (R). Three positions of the orthodontic wire: superior (S), middle (M) or inferior (I). Control group specimens were made using only acrylic resin. The different experimental conditions were tested using 3-point bending test in universal testing machine. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Tukey's test ( $\alpha = .05$ ).

**Results.** The flexural strength mean values and standard deviation (MPa) were: RI =  $171 \pm 15^a$ ; CI =  $125 \pm 15^b$ ; RM =  $117 \pm 11^{bc}$ ; RS =  $108 \pm 13^{cd}$ ; CM =  $99 \pm 7^d$ ; control =  $90 \pm 4^d$ ; and CS =  $89 \pm 10^d$ .

**Conclusion.** Rectangular wire in the inferior position of the material presented to improve reinforcement condition of the interim acrylic resin for fixed partial prostheses.

**Keywords:** denture partial temporary, acrylic resins, material resistance.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Cezar Augusto Garbin (in memoriam) por sua generosa ajuda, fundamental, para realização do estudo.

## Referências

- Gough M. A review of temporary crowns and bridges. Dent Update 1994;21:203-207.
- Balkenhol M, Mautner MC, Ferger P, Wostmann B. Mechanical properties of provisional crown and bridge materials: chemical-curing versus dual-curing systems. J Dent 2008;36:15-20.
- Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. J Prosthet Dent 2003;90:474-497.
- Gratton DG, Aquilino SA. Interim restorations. Dent Clin North Am 2004;48:vii, 487-497.
- Wang RL, Moore BK, Goodacre CJ, Swartz ML, Andres CJ. A comparison of resins for fabricating provisional fixed restorations. Int J Prosthodont 1989;2:173-184.
- Vallittu PK. A review of methods used to reinforce polymethyl methacrylate resin. J Prosthodont 1995;4:183-187.
- Geerts GA, Overturf JH, Oberholzer TG. The effect of different reinforcements on the fracture toughness of materials for interim restorations. J Prosthet Dent 2008;99:461-467.
- Protopapa P, Kontonasaki E, Bikiaris D, Paraskevopoulos KM, Koidis P. Reinforcement of a PMMA resin for fixed interim prostheses with nanodiamonds. Dent Mater J 2011;30:222-231.
- Hamza TA, Rosenstiel SF, El-Hosary MM, Ibraheem RM. Fracture resistance of fiber-reinforced PMMA interim fixed partial dentures. J Prosthodont 2006;15:223-228.
- Pfeiffer P, Grube L. Effect of pontic height on the fracture strength of reinforced interim fixed partial dentures. Dent Mater 2006;22:1093-1097.
- Fahmy NZ, Sharawi A. Effect of two methods of reinforcement on the fracture strength of interim fixed partial dentures. J Prosthodont 2009;18:512-520.
- Hamza TA, Rosenstiel SF, Elhosary MM, Ibraheem RM. The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. J Prosthet Dent 2004;91:258-264.
- Kim SH, Watts DC. Effect of glass-fiber reinforcement and water storage on fracture toughness (KIC) of polymer-based provisional crown and FPD materials. Int J Prosthodont 2004;17:318-322.
- Eisenburger M, Riechers J, Borchers L, Stiesch-Scholz M. Load-bearing capacity of direct four unit provisional composite bridges with fibre reinforcement. J Oral Rehabil 2008;35:375-381.
- Ellakwa A, Shortall A, Marquis P. Influence of fibre position on the flexural properties and strain energy of a fibre-reinforced composite. J Oral Rehabil 2003;30:679-682.
- Carroll CE, von Fraunhofer JA. Wire reinforcement of acrylic resin prostheses. J Prosthet Dent 1984;52:639-641.
- Bastos LGC. Avaliação da resistência flexional, do módulo de elasticidade e do tipo de fratura de uma resina acrílica para restaurações provisórias – efeito de diversos reforços [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Universidade de São Paulo; 2003.
- Scherrer SS, Wiskott AH, Coto-Hunziker V, Belser UC. Monotonic flexure and fatigue strength of composites for provisional and definitive restorations. J Prosthet Dent 2003;89:579-588.
- Nejatidanesh F, Momeni G, Savabi O. Flexural strength of interim resin materials for fixed prosthodontics. J Prosthodont 2009;18:507-511.
- Kelly JR. Perspectives on strength. Dent Mater 1995;11:103-110.