

Resistência à flexão de compósitos diretos utilizados em restaurações posteriores

Flexural strength of posterior composites

Sicknan Soares da **ROCHA***

Gelson Luis **ADABO****

Luis Geraldo **VAZ*****

Rodrigo Nanini **VIDO******

*Aluno de Pós-graduação (Nível Doutorado) em Reabilitação Oral - FOAr/UNESP

**Prof. Adjunto do Depart. de Mat. Odontol. e Prótese - FOAr/UNESP.

***Prof. Dr. do Depart. de Mat. Odontol. e Prótese - FOAr/UNESP.

****Aluno de grad. (Bolsista FAPESP) - FOAr/UNESP.

RELEVÂNCIA CLÍNICA

Diante da grande disponibilidade de novos compósitos para restaurações posteriores é importante que se avalie suas propriedades mecânicas, no intuito de orientar o clínico para a melhor escolha.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à flexão das resinas compostas diretas Filtek Z-250, Filtek P-60, Z-100 e Solitaire 2 por meio do ensaio de resistência à flexão, utilizando como grupo controle o compósito indireto Artglass. Os corpos-de-prova foram obtidos por meio de uma matriz de aço inoxidável com cavidade retangular de 2 mm de profundidade, 2 mm de largura e 25 mm de comprimento. Para a fotopolimerização dos compósitos diretos o corpo-de-prova foi dividido em quatro segmentos compatíveis com o diâmetro da unidade fopolimerizadora (XL 2500), polimerizados por 40 segundos. Para o compósito indireto a polimerização foi realizada no forno UniXS, por 90 segundos, seguindo-se as orientações do fabricante. Após a polimerização, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada, permanecendo em estufa a 37°C por 24 horas, sendo então submetidos ao ensaio de resistência à flexão com velocidade de 0,75 mm/min na máquina de ensaios mecânicos MTS 810. Os dados de 10 réplicas para cada condição experimental foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, mostrando que as resinas Filtek Z-250, Filtek P-60 e Z-100 se comportaram de maneira similar ao Artglass, ficando a resina Solitaire 2 com médias de resistência à flexão inferiores ao grupo controle.

PALAVRAS-CHAVE

Resinas compostas; restaurações intracoronárias; estética dentária.

INTRODUÇÃO

A crescente busca, nos últimos anos, por materiais restauradores estéticos tem limitado o uso clínico do amálgama.

Influenciados pelo marketing imposto pelos fabricantes na mídia popular, os pacientes passaram a exigir que suas novas restaurações fossem feitas com materiais estéticos, bem como a substituição de restaurações metálicas antigas. (Stoffels²⁰, 1991; Bryant¹, 1992; Adabo¹, 2000)

As resinas compostas com indicações específicas para restaurações posteriores foram introduzidas na década de 80 e seu uso tornou-se freqüente a partir de então (Mair²², 1998).

Os contínuos avanços aplicados às novas resinas compostas associados aos modernos sistemas adesivos, têm proporcionado maior aplicação clínica dos compósitos diretos na região posterior, (Christensen⁹, 1998) com adequada performance clínica (El-Mowafy et al.¹⁵, 1994; Mair²², 1998; Mjor²⁶, 1997).

Entretanto, Eley¹⁴ (1997) destaca inúmeros problemas relativos às resinas compostas, como: maior custo em relação ao amálgama, contração de polimerização, desgaste, sensibilidade à umidade do campo, falha na adesão, infiltração marginal, além da tendência a apresentar fendas marginais.

A contração de polimerização pode gerar tensão de cerca de 18MPa na interface dente/restauração, (Hegdhal & Gjerdet¹⁶, 1977) e exceder a resistência da adesão dos materiais ao esmalte e à dentina, formando fendas marginais (Asmussen², 1975).

Tais fendas, que podem provocar sensibilidade pós-operatória, reações pulpares e cáries recorrentes, (Cheung⁸, 1990) são resultantes da contração de polimerização e da diferença do coeficiente de expansão térmica entre a estrutura dentária e o compósito (Adabo¹, 2000).

Diante dos problemas associados às resinas compostas diretas, os compósitos indiretos processados em laboratório, têm recebido grande destaque na comunidade odontológica nos últimos anos. São indicados como materiais restauradores posteriores, inlays/onlays estéticas, com a promessa de alguns fabricantes de que apresentariam melhores propriedades mecânicas, incluindo resistência ao desgaste (Mandikos et al.²³, 2001).

O alto custo relativo dos compósitos indiretos, comparado ao das resinas compostas diretas, associado aos escassos trabalhos disponibilizando dados relacionados à performance clínica destes materiais, têm sugerido cautela no seu emprego.

clínico.

Com o crescente aumento do uso das resinas compostas em dentes posteriores, é importante que cirurgiões-dentistas tenham conhecimento da longevidade clínica provável, bem como do modo de falhas dos compósitos posteriores, (Collins et al.¹¹, 1998) que devem apresentar propriedades mecânicas satisfatórias.

Propriedades mecânicas incluindo resistência à fratura, resistência à flexão e módulo de elasticidade, são importantes propriedades dos materiais restauradores indicados para a região posterior, onde estarão sujeitos a intenso estresse mastigatório (Miyazaki et al.²⁵, 1996).

Dentre os diversos tipos de ensaios mecânicos, o teste de resistência à flexão tem tido importante papel na projeção da performance clínica dos materiais, uma vez que nesse tipo de ensaio são geradas tensões complexas, combinando as tensões de tração, compressão e cisalhamento (Adabo¹, 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Os corpos-de-prova foram obtidos por meio de uma matriz de aço inoxidável com cavidade de 2 mm de profundidade, 2 mm de largura e 25 mm de comprimento, seguindo a norma da International Standardization Organization-ISO404917 (1988).

As resinas Filtek Z-250, Filtek P-60, Z-100 e Solitaire 2 foram inseridas, após lubrificação da matriz com vaselina sólida, em incremento único, com ligeiro excesso, para assegurar o completo preenchimento da cavidade. Em seguida o material foi recoberto com tira de poliéster e lâmina de vidro de 1 mm de espessura, mantida sob pressão por uma massa de 1kg.

Para a fotopolimerização dos compósitos diretos, a extensão do corpo-de-prova (25 mm) foi dividida em quatro áreas compatíveis com o diâmetro da unidade fotopolimerizadora (XL 2500-3M), sendo cada segmento exposto à luz por 40 segundos.

Os corpos-de-prova do compósito indireto ArtGlass (grupo controle) foram obtidos utilizando-se a mesma matriz, sendo a polimerização realizada no forno UniXS (Kulzer), por um período de 90 segundos, seguindo-se as orientações do fabricante. Após a polimerização, os corpos-de-prova foram armazenados em frascos com água destilada, permanecendo em estufa a 37°C por 24 horas.

Decorrido esse período a resistência à flexão foi determinada, submetendo-se os corpos-de-prova ao teste de flexão de três pontos, com velocidade de 0,75 mm/min, utilizando-se uma máquina de ensaios mecânicos (modelo 810 Material Test System da MTS System Corporation – Minnesota – E.U.A.).

RESULTADOS

Os dados de resistência à flexão de 10 réplicas para cada condição experimental foram submetidos à análise de variância, que mostrou diferença estatística entre os diferentes compósitos estudados. Para determinar a relação entre os diferentes materiais, foi aplicado o teste de Tukey, cujo resultado está acrescentado na tabela 1.

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre as médias de resistência à

Tabela 1 - Médias de resistência à flexão, desvio padrão e diferença entre os grupos.

Compósitos	Médias de Resistência à flexão	Contraste
Filtek Z-250	134,54 MPa (20,90)	A
Filtek P-60	130,18 MPa (11,49)	A
Artglass	121,52 MPa (10,18)	A
Z-100	117,96 MPa (15,66)	A
Solitaire 2	91,44 MPa (11,61)	B

Valor de Tukey: 21,76

flexão dos compósitos diretos Filtek Z-250, Filtek P-60 e Z-100, e o compósito indireto Artglass, utilizado como grupo controle. Apenas a resina composta Solitaire 2 apresentou valores estatisticamente inferiores aos demais compósitos.

Estudos (Condon & Ferracane¹², 1997; Venhoven et al.³⁰, 1996) têm sugerido que as propriedades de um compósito são influenciadas pelo tipo, tamanho e fração em volume das partículas de carga e do grau de união das partículas com matriz de resina. Além disso, o tipo de matriz e o grau de conversão de duplas ligações durante a polimerização também influenciam nas propriedades, especialmente quando ocorre na cavidade oral.

Segundo os fabricantes, os materiais estudados apresentam a seguinte concentração em volume de partículas inorgânicas: Filtek Z-250 - 60%, Filtek P-60 - 61%, Z-100 - 71% e Solitaire 2 - 45%. Para as resinas Artglass e Solitaire 2, dos trabalhos realizados por Corrêa et al.¹³ (2001) e Chuqui et al.¹⁰ (2002), foram obtidas as concentrações em volume de 56% e 49%, respectivamente.

A igualdade estatística observada entre as resinas Filtek Z-250, Filtek P-60, Z-100 e Artglass, mesmo com diferentes concentrações de partículas, parece sugerir não haver uma relação direta entre conteúdo de partículas e resistência à flexão. Não sendo esta característica isoladamente responsável por esta propriedade mecânica.

Por outro lado, estudos de Braem et al.³ (1986) e O'Brien²⁷ (1997) demonstraram haver uma correlação positiva entre a fração volumétrica de partículas de carga e o módulo de elasticidade, que quantifica a rigidez do material.

De acordo com Willems et al.³¹ (1993), as resinas compostas com indicação para dentes posteriores devem apresentar um percentual mínimo de partículas de carga em volume de 60%, para que o módulo de elasticidade corresponda ao da dentina.

Entretanto, valores muito superiores a esse redundariam num material muito rígido, propiciando fratura frágil sob determinados tipos de tensão, como tração ou cisalhamento, presentes, sobretudo, nos dentes posteriores.

A resina Artglass é identificada pelo fabricante como um polímero não convencional. O componente de carga é essencialmente um vidro de bário radiopaco com tamanho médio de partículas de 0,7 µm. Uma quantidade moderada de sílica coloidal também é incorporada no intuito de melhorar as características de manipulação.

Apesar da resina Artglass apresentar concentração em volume de partículas de carga, 56%¹³, inferior ao mínimo descrito por Willems et al.²¹ (1993), 60%, para restaurações posteriores, a formulação de sua matriz é consideravelmente mais complexa, contendo de quatro a seis grupos funcionais, ao contrário das resinas compostas convencionais (Bis-GMA ou UDMA), que comumente contêm apenas moléculas bifuncionais (Leinfelder¹⁹, 1997).

Essa configuração permitiria maior conversão de duplas ligações, com potencial para criar maior nível de ligações cruzadas. Conseqüentemente, isto daria melhor resistência ao desgaste e outras propriedades físicas e mecânicas da matriz resinosa (Leinfelder¹⁹, 1997).

Além disso, considerando que a polimerização é realizada em unidade polimerizadora com alta intensidade de luz e calor, pode-se supor que haja uma maior eficiência no processo, resultante da superior conversão do Artglass.

Inúmeros estudos (Ruddell et al.²⁸, 1999; Kelsey et al.¹⁸, 1999; MacGregor et al.²¹, 1999; Lohbauer et al.²⁰, 1999; Cardoso et al.⁶, 1999) com a resina Solitaire têm mostrado menores valores de resistência à flexão, quando comparada com outras resinas compostas diretas.

A média estatisticamente inferior de resistência à flexão da resina composta Solitaire 2 (91,44 MPa) pode ser justificada por diferentes abordagens. A matriz resinosa não é convencional, cujo comportamento ainda não é bem estabelecido. Seu conteúdo de partículas de carga em volume, 49%¹⁰, é significativamente inferior aos demais materiais. Além disso, segundo o fabricante, as partículas inorgânicas são porosas, para melhorar a característica de acomodação do material na cavidade, o que poderia comprometer as propriedades mecânicas.

De acordo com Chen et al.⁷ (2001), a alta porosidade proporcionada por essas partículas pode ter um efeito negativo nas propriedades mecânicas. Resultados significativamente inferiores de propriedades físicas e mecânicas foram reportados para a resina Solitaire, com 30% em massa de partículas porosas, comparados com outras resinas compostas (Alert, Surefil, Tetric Ceram e Ariston pHc), que não possuem tais partículas em sua composição química²⁴.

Entretanto, estudos de Calais & Soderholm⁵ (1988) mostraram que resinas compostas experimentais com partículas de sílica porosa (38% em volume) apresentaram médias iniciais de resistência à flexão similares, mas após 3 meses de armazenagem em água, sofreram maior redução. Destacaram que esta redução pode ser devida a dois fatores: (1) a resistência física de uma esfera porosa é grandemente reduzida pela estrutura ser mais frágil comparada com uma esfera compacta, sem poros; (2) o tratamento com silano da superfície porosa pode ser incompleto devido ao pobre acesso às moléculas do silano, fazendo com que esta superfície seja mais susceptível à degradação hidrolítica.

Dentro dos limites deste estudo, as médias de resistência

à flexão das resinas compostas diretas testadas, com exceção da resina Solitaire 2, foram estatisticamente semelhantes ao compósito indireto Artglass. Embora as resinas diretas sejam indicadas para cavidades pequenas e as indiretas para cavidades grandes, os resultados sugerem que quanto à resistência à flexão, os materiais fotopolimerizáveis convencionais podem apresentar comportamento similar ao da resina indireta Artglass.

CONCLUSÃO

- As resinas diretas Filtek Z-250, Filtek P-60 e Z-100 foram estatisticamente semelhantes ao compósito indireto Artglass;
- A resina Solitaire 2 apresentou resistência à flexão estatisticamente inferior às demais;
- Estes resultados sugerem que as resinas compostas diretas podem apresentar comportamento mecânico similar ao de compósitos indiretos.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the mechanical behavior of the direct composites resins Filtek Z-250, Filtek P-60, Z-100 and Solitaire 2 by means of the trials flexure strength, using as control the indirect composite Artglass. The specimens were obtained by means of a rectangular stainless steel matrix with cavity of 2 mm of depth, 2 mm of thickness and 25 mm of length. The light cured of the direct composites was carried through in all the extension of the specimens, 40 seconds using device XL 2500. For the indirect composite the polymerization was carried through in the UniXS oven, per 90 seconds, following the manufacturer instructions. After the polymerization, the specimens were stored in distilled water, remaining in heater to 37°C for 24 hours. After this period the strength flexure of three points was determined, with speed of 0.75 mm/min, using the trials machine MTS 810. The results of the variance analysis and Tukey test of 10 replicas for each experimental condition had shown that the resins Filtek Z-250, Filtek P-60 and Z-100 had behavior in similar manner the Artglass, being the resin Solitaire 2 with averages of inferior flexure strength to the control group.

KEYWORDS

Composite resins; inlays; dental esthetics.

REFERÊNCIAS

1. ADABO, G. L. Estudo do conteúdo de partículas inorgânicas, da contração de polimerização e da resistência à tração de materiais restauradores estéticos diretos indicados para dentes posteriores. 2000. 185 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.
2. ASMUSSEN, E. Composite restorative resins. Composition versus wall-to-wall polymerization contraction. *Acta Odontol. Scand.*, Oslo, v. 33, n. 6, p. 337-344, June 1975.
3. BRAEM, M. et al. The impact of composite structure on its elastic response. *J. Dent. Res.*, Washington, DC, v. 65, n. 5, p. 648-653, May 1986.
4. BRYANT, R. W. Direct posterior composite resin restorations: a review. 1. Factors influencing case selection. *Aust. Dent. J.*, Sydney, v. 37, n. 2, p. 81-87, Apr. 1992.
5. CALAIS, J. G.; SODERHOLM, K. J. M. Influence of filler type and

- water exposure on flexural strength of experimental composite resins. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v. 67, n. 5, p. 836-840, may 1988.
6. CARDOSO, P. E. C. et al. Análise da resistência à flexão de 8 resinas compostas condensáveis e 4 híbridas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 13, 1999, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro, 1999, p. 80. Resumo A 297.
 7. CHEN, H. Y. et al. Polymerization contraction stress in light-cured packable composite resins. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 17, n. 3, p. 253-259, may 2001.
 8. CHEUNG, G. S. P. Reducing marginal leakage of posterior composite resin restorations: a review of clinical techniques. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 63, n. 3, p. 286-288, mar. 1990.
 9. CHRISTENSEN, G. J. Amalgam vs. composite resin: 1998. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 129, n. 12, p. 1757-1759, dec. 1998.
 10. CHUQUI, R. Resistência à tração diametral e conteúdo de carga de resinas compostas posteriores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16, 2002, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2002, p. 78. Resumo Ib 138.
 11. COLLINS, C. J.; BRYANT, R. W.; HODGE, K.-L. A clinical evaluation of posterior composite resin restorations: 8-year findings. **J. Dent.**, Guildford, v. 26, n. 4, p. 311-317, may 1998.
 12. CONDON, J. R.; FERRACANE, J. L. In vitro wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v. 76, n. 7, p. 1405-1411, July 1997.
 13. CORRÉA, G. O. et al. Análise quantitativa do conteúdo de carga inorgânica das resinas compostas diretas e indiretas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 15, 2001, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2001, p. 168. Resumo B 301.
 14. ELEY, B. M. The future of dental amalgam: a review of the literature. Part 7. Possible alternative materials to amalgam for the restorations. **Br. Dent. J.**, London, v. 183, n. 1, p. 11-14, July 1997.
 15. EL-MOWAFY, O. M. et al. Meta-analysis on long-term clinical performance of posterior composite restorations. **J. Dent.**, Guildford, v. 22, n. 1, p. 33-43, feb. 1994.
 16. HEGDAHL, T.; GJERDET, N. R. Contraction stresses of composite resin filling materials. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v. 35, n. 4, p. 191-195, feb. 1977.
 17. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 4049. Dentistry - resin-based filling materials. Geneve, 1988. 11 p.
 18. KELSEY, W. P.; LATTA, M. A.; BARKMEIER, W. W. Physical properties of high density composite restorative materials. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, Alexandria, v. 78, sp. iss., p. 207, mar. 1999. Abstract 810.
 19. LEINFELDER, K. F. New developments in resin restorative systems. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 128, n. 5, p. 573-581, May 1997.
 20. LOHBAUER, U. et al. Flexural strength characterization of resin composites by Weibull analysis. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v. 78, sp. iss., p. 206, 1999. Resumo 805.
 21. MACGREGOR, K. M.; COBB, D. S.; VARGAS, M. A. Physical properties of condensable versus conventional composites. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v. 78, sp. iss., p. 157, Mar. 1999. Abstract 411.
 22. MAIR, L. H. Ten-year clinical assessment of three posterior resin composites and two amalgams. **Quintessence Int.**, Illinois, v. 29, n. 8, p. 483-490, Aug. 1998.
 23. MANDIKOS, M. N. et al. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 85, n. 4, p. 386-395, Apr. 2001.
 24. MANHART, J. et al. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 16, n. 1, p. 33-40, Jan. 2000.
 25. MIYAZAKI, M. et al. Effect of light exposure on fracture toughness and flexural strength of light-cured composites. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 12, n. 6, p. 328-332, Nov. 1996.
 26. MJOR, I. A. The reasons for replacement and the age of failed restorations in general dental practice. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v. 55, n. 1, p. 58-63, Jan. 1997.
 27. O'BRIEN, W. J. Polymeric restorative materials: composites and sealants. In: **Dental materials and their selection**. 2nd ed. Chicago: Quintessence Publ., 1997. cap. 7, p. 97-113.
 28. RUDELL, D. E. et al. Mechanical properties and wear behavior of condensable composites. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v. 78, sp. iss., p. 156, Mar. 1999. Abstract 407.
 29. STOFFLES, L. Posterior composite resins: an update. **Esthetic Dentistry Update**. Philadelphia, v. 2, p. 67-69, 1991.
 30. VENHOVEN, B. A. et al. Influence of filler parameters on the mechanical coherence of dental restorative resin composites. **Biomaterials**, Guildford, v. 17, n. 7, p. 735-740, Apr. 1996.
 31. WILLEMS, G. et al. Composite resins in the 21st century. **Quintessence Int.**, Illinois, v. 24, n. 9, p. 641-658, Sept. 1993.

Endereço para correspondência

Sicknan Soares da Rocha

Av. Feijó, 416. Ed. Regência, Aptº 91- CEP 14801-140 - Fone: (0xx16) 235-2226/ 201-6406 - FAX (0xx16) 201-6406 - Araraquara - SP - e-mail: sicknan@hotmail.com