

RESISTÊNCIA FLEXURAL DE RESINAS COMPOSTAS IMERSAS EM DIFERENTES LÍQUIDOS

Flexural strength of composite resins immersed in liquids different

André **MALLMANN** *, Silvana Santos de **JESUS** **, Altino Teixeira **NETO** ***, Ceres Mendonça **FONTES******, LETÍCIA BORGES **JACQUES*******

* Professor Adjunto do Curso de Odontologia – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública; Doutor em Materiais Dentários – Faculdade de Odontologia – USP.

**Especialista em Dentística – ABO-BA.

***Professor Adjunto da Faculdade de Odontologia da UFBA; Mestrando em Odontologia – UNITAU.

**** Professora Adjunta da Faculdade de Odontologia da UFBA; Mestre em Clínica Odontológica FOU SP.

*****Professora Adjunta do Curso de Odontologia – UFSM - RS. Mestre em Reabilitação Oral – Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, Doutora em Materiais Dentários – Faculdade de Odontologia – USP.

Endereço para correspondência:

André Mallmann

Rua: Rua Venâncio Aires, 1795 / sala 71. Santa Maria – RS.

CEP: 97010-003

Telefones: (55) 32239506, (55) 96539692

RELEVÂNCIA CLÍNICA

As resinas compostas podem ser degradadas quando em contato com diferentes tipos de soluções, como produtos com pH baixo e solventes como o álcool. Isso pode causar diminuição em suas propriedades mecânicas, como a resistência flexural, e conseqüentemente a restauração pode falhar dependendo de quanto essa propriedade for alterada.

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar a resistência flexural de duas resinas compostas (Filtek Z350 e Opallis) quando submersas em diferentes líquidos (Listerine®, Coca-Cola® e água destilada). Foram confeccionados 60 corpos-de-prova (cp), 10 cp para cada grupo. Para confecção dos cp as resinas compostas foram inseridas numa matriz metálica desmontável com a parte interna de 10 mm X 1 mm X 2 mm. As resinas compostas foram cobertas em ambos os lados com tira de poliéster e lâmina de vidro com a finalidade de deixar uma superfície plana. Os cp foram fotoativados com o LED OPTLIGHT LD MAX (± 300 mW/cm²) por 40 segundos e imersos em cada um dos meios à 37°C por 24 horas. Os cp foram medidos com paquímetro digital e submetidos ao teste de flexão em três pontos na máquina de ensaios EMIC a 1mm/min. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey (5%) e os resultados foram (MPa): Z350: água- 74,6; Coca-Cola- 101,3; Listerine®- 72,4 / Opallis: água- 43,5; Coca-Cola®- 80,4; Listerine®- 48,1. A resina composta Z350 apresentou maior resistência flexural em todos os meios estudados. Não houve diferença de resistência flexural das resinas compostas entre os meios água e Listerine®. As duas resinas compostas tiveram maiores valores de resistência flexural quando submersas em Coca-Cola®.

Palavras-chave: resina composta, resistência flexural, meios.

SUMMARY

The study evaluated the flexural strength of two composite resins (Filtek Z350 e Opallis) stored at 37°C for 24 hours in different liquids (Listerine®, Coca-Cola® and distilled water). Sixty specimens were made, 10 for each group. The specimens were obtained by means of a rectangular stainless steel matrix with a cavity of 10mm x 1mm x 2mm. Specimens were light cured in all extension for 40 seconds using LED OPTLIGHT LD MAX ($\pm 300\text{mW/cm}^2$). After polymerization the specimens were stored in the liquids for 24 hours. After this period the three points flexural strength test was carried out, with a crosshead speed of 1mm/min. Data were submitted to ANOVA and Tukey (5%) and the results (MPa) were: Z350: distilled water- 74.6; Coca-Cola- 101.3; Listerine®- 72.4 / Opallis: distilled water - 43.5; Coca-Cola®- 80.4; Listerine®- 48.1. The composite resin Filtek Z350 demonstrated higher flexural strength in all liquids. No differences were found in composite resins between distilled water and Listerine®. Both resins presented higher flexural strength values when immersed in Coca-Cola®.

Key- words: composite resin; flexural strength; environmental

INTRODUÇÃO

A crescente busca por materiais restauradores estéticos tem limitado o uso clínico do amálgama, uma vez que em muitos casos os próprios pacientes passaram a solicitar materiais estéticos para sua restauração.

O sucesso das resinas compostas aplicadas em diferentes modalidades de tratamento é observado em seu desempenho clínico. Por isso, há necessidade de compreender o comportamento das resinas compostas em relação a sua deformação e resistência mecânica, quando sobre ela atua uma determinada carga¹.

As fraturas são uma das maiores razões para falhas clínicas em resinas compostas². Elas ocorrem, muitas vezes, devido à propagação de uma fenda pré-existente subjacente a uma área de estresse. Esta fenda pode ser causada por bolhas de ar incorporadas durante a inserção do material, ou durante o polimento, ou devido a imperfeições microestruturais³.

A resistência flexural representa a resistência máxima ao dobramento de um material antes que ocorra a fratura. A relevância clínica desta propriedade se faz presente, sobretudo no ato da mastigação, quando ocorrem diferentes esforços mastigatórios, que induzem variadas tensões, tanto no dente quanto na restauração⁴.

Um dos fatores que mais é relacionado à resistência mecânica dos compósitos é a sua quantidade de carga⁵, porém outros fatores têm sido estudados e atualmente são relevantes nas propriedades desse material. Fares et al. (2005)¹ citam que a variação dos monômeros na composição da matriz resinosa também é um dos fatores responsáveis na variação dos resultados da resistência flexural das resinas compostas híbridas.

Além da mudança das cargas, tanto em

tamanho como em quantidade e composição, alterações nas matrizes resinosas foram percebidas nestes materiais visando uma menor contração de polimerização, boa esculpibilidade, bom escoamento e principalmente uma boa interação com a carga, propiciando assim compósitos com boas propriedades mecânicas⁶.

Apesar dessa evolução as resinas compostas vêm demonstrando serem susceptíveis a vários tipos de degradações químicas^{7,8}, principalmente com os efeitos da sorção de água e de outros líquidos, influenciando de forma irreversível nas propriedades do material⁹.

O grau de sorção de água dos compósitos depende da característica hidrofílica da matriz resinosa. Se elas absorvem água, podem ser capazes de absorver outros fluidos¹⁰. Tem-se observado que o pH baixo ou meio alcoólico podem afetar a integridade da superfície das resinas compostas, alterando além da cor¹¹, a sua microdureza¹².

Têm sido encontrados na literatura trabalhos avaliando as propriedades mecânicas desses novos materiais, como verificado por Junior et al. (2007)¹³, que observaram que uma resina composta nanoparticulada obteve grau de resistência flexural e módulo de elasticidade intermediários, quando comparada com as micro-híbridas e micro-particuladas. Porém, os trabalhos que avaliam as propriedades das resinas compostas associadas a sua degradação geralmente utilizam ensaios de microdureza, desgaste ou microscopia, inclusive utilizando como grupo erosivo bebidas a base de cola^{14,15,16}. Poucos avaliam a resistência à fratura, como ensaios de resistência flexural, tração diametral ou compressão quando esses materiais são submetidos a meios ácidos, como bebidas a base de cola ou alcoólicos como enxaguatórios,

que freqüentemente são encontrados na cavidade bucal e que podem afetar a resistência de materiais poliméricos por serem solventes orgânicos.

Dessa forma, verificando a necessidade de analisar esses materiais associados a meios passíveis de degradar matrizes orgânicas, esse trabalho avaliou a resistência flexural de duas resinas compostas com quantidades de cargas semelhantes, porém com composições diferentes, quando submersas em diferentes meios líquidos ácidos ou alcoólicos. Para tanto foi testada a hipótese de que se as resinas compostas sofrerão redução da resistência flexural quando imersas em solução acídicas ou alcoólicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas duas resinas compostas universais, Filtek Z350 (3M- ESPE - St. Paul-MN, USA) cor A3 e Opallis cor EA2 (FGM / Joinville – SC, Brasil) cuja composição básica é descrita na

Tabela 1, e três meios líquidos, sendo um com característica acídica com pH ±2,3 (Coca-Cola®), um com característica alcoólica com ±22% vol. (Listerine®; Johnson & Johnson Healthcare Products / Skillman-NJ, USA) e a água destilada como grupo controle. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova (cp) para cada grupo, totalizando 60 cp. Para confecção dos cp as resinas foram inseridas numa matriz metálica desmontável com a parte interna de 10 mm X 1 mm X 2 mm, conforme Correa et al. (2005)¹⁷. As resinas compostas foram cobertas em ambos os lados com tira de poliéster e lâmina de vidro com a finalidade de deixar uma superfície plana. Os cp foram fotoativados com o LED OPTLIGHT LD MAX (±300 mW/cm²; GNATUS – Ribeirão Preto-SP, Brasil) por 40 segundos e imersos em cada um dos meios à 37°C por 24 horas. Os excessos de resina composta das margens dos cp foram removidos com uma lixa d’água de granulação 200.

- Informações provenientes dos perfis técnicos de fabricação dos fabricantes.

Resina composta	Matriz	Carga	% de carga
Filtek Z350 (3M-ESPE)	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e Bis-EMA	Zircônia/sílica	78,5%
Opallis (FGM)	Bis –GMA, Bis-EMA, TEGDMA	Vidro de bário/Alumino silicato	78,9%

TABELA 1. Composição básica e fabricantes das resinas compostas*.

Os cp foram medidos com paquímetro digital (Mitutoyo – Tóquio, Japão) para aferição precisa de sua espessura e largura e foram submetidos ao teste de flexão em três pontos. Foi utilizada a máquina de ensaios universal EMIC (EMIC modelo DL-1000 Equipamentos e Sistemas Ltda. / São José dos Pinhais-PR, Brasil) numa velocidade de 1mm/min. Cada cp foi posicionado sobre um dispositivo com dois apoios cilíndricos paralelos separados por uma distância de 8 mm. Os dados (N) da tensão foram tabelados e transformados em MPa para obter a Resistência Flexural (R) através da

Formula: $R= 3F.d / 2b.l^2$, onde F é a força máxima, “d” é a distância entre os apoios, “b” é a largura e “l” a espessura do cp.

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey (5%).

RESULTADOS

Após verificação da normalidade da amostragem e teste de homogeneidade (Cochran) optou-se por realizar um teste estatístico paramétrico de dois fatores. A Análise de Variância e os resultados estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

- * - Significante ao nível de 0,001%; ** Não significante

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	F	Prob. H0 (%)
Meios (M)	2	4532,5093	20,77	0,001*
Resinas (R)	1	7243,1519	33,19	0,001*
Interação M x R	1	553,0242	2,53	8,688**
Resíduo I	54	218,2170	---	---
Total	59	---	---	---

TABELA 2. Análise de Variância da resistência flexural dos grupos estudados

- Letras diferentes representam diferenças estatísticas ($p < 0,05$). Tukey= 19,54.

Resinas/Meios	Listerine®	Coca-Cola®	Água destilada
Filtek Z 350	72,4 ^B	101,3 ^A	74,6 ^B
Opallis	48,1 ^C	80,4 ^B	43,5 ^C

TABELA 3. Resultados de resistência flexural (MPa) dos grupos estudados

Foi observado que a resina composta Filtek Z350 apresentou maiores valores de resistência flexural ($p < 0,05$) do que a resina composta Opallis em todos os meios estudados. Não foi observada diferença em nenhuma das resinas compostas quando imersas em água destilada ou Listerine® ($p > 0,05$). No entanto, as duas resinas compostas apresentaram maiores valores de resistência flexural em Coca-Cola®, quando comparadas com água destilada e Listerine®. Não foi observada diferença estatística na interação resina X meio.

DISCUSSÃO

O teste de resistência flexural tem sido utilizado por ser o mais eficiente para simular e detectar alterações estruturais do material, do que os testes mais simples, como compressão, cisalhamento e tração. Na cavidade oral a restauração está mais propícia a este tipo de esforço, principalmente quando aplicado em dentes posteriores, cuja força mastigatória é maior¹⁸. O teste de três pontos é o teste de escolha para a avaliação da resistência flexural devido ao grande coeficiente de variação em menor complexidade da distribuição das quebras comparadas aos outros testes^{19,20}.

Há evidências que as degradações químicas das resinas compostas podem ocorrer por causa das difusões das moléculas e íons dos monômeros não reativos. Quando a resina é imersa em uma solução aquosa, a sorção de água ocorre entre polímeros que vão degradar a resistência adesiva entre a matriz resinosa, mesmo o silano sendo utilizado para melhorar estas propriedades mecânicas²¹. Há especulações que uma reação ácido-base tardia pode ocorrer com a sorção de água, por isso uma parte do compósito não é silanizado e pode ser atacado por componentes ácidos da matriz resinosa⁸.

Khokhar et al. (1991)²² observaram que em condições habituais o UDMA apresentou menor sorção de água do que o Bis-GMA. Assim, conclui-se que sorção de água e solubilidade das resinas compostas também são dependentes do

tipo de matriz resinosa. No presente estudo foram utilizadas duas resinas compostas com diferentes constituintes nas suas matrizes, uma com base em Bis-GMA e outra em UDMA, e apesar da resina composta Filtek Z350 apresentar maior resistência flexural que a resina Opallis, o comportamento em meio líquido foi semelhante para ambas, apresentando menores valores em água destilada e Listerine® do que em Coca-Cola®. Sabe-se que materiais hidrofílicos apresentam maior degradação por sorção de água do que materiais hidrofóbicos²³. No entanto matrizes hidrofóbicas como o Bis-GMA e o UDMA também são susceptíveis a reações químicas pelo álcool, como registraram Yap et al. (2001)²⁴, que apesar de ambos apresentarem degradações, os compósitos contendo UDMA foram mais susceptíveis à degradação pelo álcool. Neste estudo não podemos corroborar com esses achados, pois como já citado o comportamento em álcool foi semelhante tanto para a resina composta que possui UDMA (Z350) quanto para a que não possui (Opallis).

Abu-Bakr et al. (2000)²⁵ observaram que a diferença da dureza dos materiais restauradores testados após imersos em diferentes soluções pode ser atribuído à composição química e ao efeito dos líquidos nas diferentes composições químicas. A matriz polimérica que apresenta maior susceptibilidade para sofrer degradações químicas pode ser devido ao peso molecular que ela possui.

Os materiais restauradores presentes na cavidade oral são expostos a diferentes e agressivos meios, principalmente os materiais polimérico que podem sofrer diversos tipos de degradação ou dissolução na sua matriz, tanto por meios ácidos ou na presença de solventes como o álcool. Em bebidas com baixo pH as resinas compostas apresentam maior solubilidade, o que causa erosão na superfície e dissolução da matriz, o que pode afetar a dureza da resina. Diaz et al. (1995)²⁶ mostraram que baixo pH causa erosão em materiais compósitos híbridos pelo efeito do ácido na superfície da matriz. Foi observado neste estudo que as duas resinas testadas, uma micro-híbrida e outra

nanoparticulada, apresentaram maior resistência flexural quando imerso em Coca-Cola, que apresenta baixo pH, sendo necessário mais investigações para saber a influência da acidez ou algum constituinte desse refrigerante sobre a matriz resinosa para que se possa explicar estes resultados. É comum bochechos com colutórios contendo álcool e outros ingredientes como detergente, emulsificantes e ácidos orgânicos. Lee et al. (2000)²⁷ citam que esses ingredientes podem causar degradação e descoloração nos materiais restauradores, porém não encontramos diferença na resistência flexural das resinas quando imersas em colutório com álcool (Listerine®) quando comparadas com água destilada. Isso pode ter ocorrido devido ao período pequeno em que a resina composta ficou em contato com o colutório. Sugere-se isso pois a presença de álcool no colutório é significativa (22%) e este etanol é um potente solvente orgânico.

Diferentes tempos de armazenagem são utilizados em testes para avaliar mudanças nos materiais restauradores. Abu-Bakr et al. (2000)²⁵ mantiveram os cp de duas resinas compostas micro-híbridas imersas em café e vinho por 3 horas durante 60 dias e observaram que a dureza dessas resinas foram significativamente reduzidas. Já Villalta et al. (2006)¹¹ mantiveram os cp das resinas composta micro-híbridas imersas por 3 horas durante 40 dias em vinho e café e observaram que houve diminuição na microdureza. No presente estudo as resinas compostas testadas ficaram submersas nos líquidos por um período de apenas 24 horas, o que pode ter sido um período curto para afetar resistência flexural desses materiais, quando estamos comparando diferentes meios de imersão como a água destilada e o Listerine®.

Esse trabalho tem como limitação ser apenas um ensaio mecânico visando comparar materiais quando imersos em diferentes meios líquidos. Assim é sugerido que novos estudos sejam realizados, testando esta ou outras propriedades mecânicas desses materiais, como módulo de elasticidade, microdureza, desgaste, degradação e rugosidade, sempre associando a líquidos que possuem ou não solventes orgânicos e em meios ácidos, variando também os tempos para se conseguir entender melhor o comportamento desses materiais poliméricos tão utilizados para restaurações estéticas.

CONCLUSÃO

A resina composta Filtek Z350 apresentou maior resistência flexural em todos os meios estu-

dados. Não houve diferença de resistência flexural das resinas compostas entre os meios água e Listerine®. As duas resinas compostas estudadas apresentaram maiores valores quando submersas em Coca-Cola®.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Flávio Vanderlei Cruz (Faculdade de Odontologia da UFBA) responsável pelo Laboratório onde foram realizados os ensaios de resistência flexural.

REFERÊNCIAS

1. Fares NH, Filho NH, Pacheco IB, Coutinho KQ, Nagem HD., Flexural strength and static modular elasticity of composite resin. *Rev Clínica e Pesquisa Odontol.* 2005, 2(1):53-57.
2. da Rosa Rodolpho PA, Cenci MS, Donassollo TA, Loguercio AD, Demarco FFA clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. *J Dent.* 2006;34(7):427-35.
3. Yap AU, Teoh SH. Comparison of flexural properties of composite restoratives using the ISSO and mini-flexural tests. *J Oral Rehabil.* 2003;30(2):171-177.
4. Dauvillier BS, Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL Visco-elastic parameters of dental restorative materials during setting. *J Dent Res.* 2000;79(3):818-23.
5. Anusavice KJ. *Phillips' Science of dental materials.* 11a Ed. Saunders. Elsevier Science:2003.
6. Perfil Técnico do Fabricante da Filtek Z350 Restaurador Universal. 3M-ESPE.
7. Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effect of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater.* 2000;16(1):62-67.
8. Rodrigues Filho LE, Burger LA, Kenshima S, Bauer JR, Medeiros IS, Muench A. Effect of light-activation methods and water storage on the flexural strength of two composite resins and compomer. *Braz Oral Res.* 2006;20(2):143-7.

8. Rodrigues Filho LE, Burger LA, Kenshima S, Bauer JR, Medeiros IS, Muench A. Effect of light-activation methods and water storage on the flexural strength of two composite resins and compomer. *Braz Oral Res.* 2006;20(2):143-7.
9. Craig R. *Materiais Dentários, Propriedades e Manipulação.* São Paulo, Ed. Livraria Santos, 7ed. Cap 4:60-63. 2002.
10. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent.* 2005;33(5):389-98.
11. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent.* 2006;95:137-42.
12. Okte Z, Villalta P, Garcia-Godoy F, Lu H, Powers JM. Surface hardness of resin composite after staining and bleaching. *Oper Dent.* 2006;31(5):623-628.
13. Junior R, Adalberto S, Zanchi CH, Carvalho RV, Demarco FF. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. *Braz Oral Res.* 2007;21(1):16-21.
14. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent.* 2006;34(3):214-20.
15. Honório HM, Rios D, Francisconi LF, Magalhães AC, Machado MA, Buzalaf MA. Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2008;35(12):947-53.
16. Francisconi LF, Honório HM, Rios D, Magalhães AC, Machado MA, Buzalaf MA. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. *Oper Dent.* 2008;33(2):203-8.
17. Corrêa IC, Muench A, João M. Grande RHM. The effect of specimen dimensions on the flexural strength of a composite resin. *J Appl Oral Sci.* 2005;13(3): 265-268.
18. Sinhoreti MAC, Salvio LA, Consani S, Correr Sobrinho L, Cangiani MB. Avaliação da resistência à flexão de materiais restauradores diretos. *Bioscience Journal* 2000;15(1):53-62.
19. Chung SM, Yap AU, Chandra SP, Lim CT. Flexural strength of dental composite restoratives: comparison of biaxial and three-point bending test. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2004;71(2):278-83.
20. Correa IC, Muench A, Ballester RY. Flexural strength of composite related of specimens dimensions and photoactivation [abstract]. *J Dent Res.* 2001;80(4):1002.
21. Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Moya F, Payan J, Meyer JM. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater* 1999;15(1):71-8.
22. Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int.* 1991;22(9):733-7.
23. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater.* 2003;19:12-18.
24. Yap AU, Tan SH, Wee SS, Lee CW, Lim EL, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil.* 2001;28(11):1015-1021.
25. Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosthet Dent.* 2000;84(4):444-452.
26. Diaz-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift EJ Jr.. Short-term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dent Mater.* 1995;11(2):96-101.

27. Lee YK, El Zawahry M, Noaman KM, Powers JM. Effect of mouthwash and accelerated aging on the color stability of esthetic restorative materials. *Am J Dent.* 2000;13(3):159-61.