

Resistência à flexão de cimentos resinosos **Flexural strength of resin cements**

Maristela DUTRA-CORRÊA

Carolina Ferraz RIBEIRO

Lia Alves da CUNHA

Mestrando – Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora – Área de Concentração – Dentística
Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

Clovis PAGANI

Professor Adjunto – Disciplina de Dentística – Departamento de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a propriedade mecânica de resistência à flexão de quatro cimentos resinosos duais: Enforce F, Variolink II, Bistite II DC e Panavia F. Para tanto, foram confeccionados 40 corpos-de-prova (n=10) de 9mm x 1mm x 1mm, através de uma matriz metálica. O cimento resinoso foi levado à matriz em incremento único até o total preenchimento da matriz. Após a fotopolimerização, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h. Em seguida, em cada grupo foi realizado o ensaio mecânico de resistência à flexão de 3 pontos, com uma célula de carga de 50 Kgf, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados foram registrados em MPa, e analisados estatisticamente pelo método de análise de variância e pelo teste de Tukey (5%). Foi observado que os cimentos Bistite II DC e Panavia F apresentaram médias de resistência à flexão significativamente maiores do que os cimentos Variolink II e Enforce F.

UNITERMOS

Cimentos de resina; resistência à tração, materiais dentários, estudo comparativo

INTRODUÇÃO

A cimentação representa um fator de extrema importância, dentre as várias etapas necessárias para o restabelecimento estético, através de restaurações indiretas⁶. Estes materiais são responsáveis pela união entre o material restaurador indireto e a estrutura dental¹⁹.

Os cimentos resinosos existem desde os anos 50 e são os que mais evoluíram desde a última década⁴. Sua constituição química assemelha-se à das resinas compostas restauradoras¹³.

A escolha de um cimento resinoso é dependente da situação clínica combinada com as propriedades físicas, biológicas e de manipulação^{2,26}. Esse material deve promover adesão durável entre dente e restauração e também deve alcançar valores adequados de dureza, resistência à flexão e compressão, módulo de elasticidade e resistência à fratura. É necessário que apresente espessura de película e viscosidade aceitáveis para assegurar assentamento completo, ser resistente à desintegração na cavidade oral, ser biocompatível e promover tempo de trabalho e de polimerização adequados¹⁸.

Os cimentos resinosos precisam superar por anos as cargas mastigatórias e parafuncionais em um ambiente oral quente e úmido. Eles devem manter sua integridade enquanto transferem os estresses provenientes das coroas ou próteses fixas para a estrutura dental. Esse estresse causa deformação, que pode variar de uma simples deformação elástica até a deformação plástica permanente e fratura¹⁸.

Algumas técnicas laboratoriais têm demonstrado que cargas altas são impostas aos cimentos, principalmente nas áreas marginais¹⁶. As concentrações localizadas de estresse são provavelmente os locais iniciais de falhas no cimento. Estudos têm mostrado que a microfatura do cimento é o modo inicial de fratura, que posteriormente é seguido de deslocamento da restauração ou fratura dental¹¹. As lesões de cárie e o deslocamento da coroa são as razões mais comuns de falhas em coroas e em próteses parciais fixas. As lesões de cárie estão relacionadas a microfaturas e conseqüente microinfiltração, enquanto o deslocamento pode estar diretamente relacionado à falha mecânica dos cimentos. Como a fratura do cimento é a principal causa de falha na cimentação, a resistência à flexão é uma propriedade mecânica que pode auxi-

liar o desempenho clínico²². Os testes de flexão são apropriados para analisar as propriedades mecânicas de um cimento⁵, pois, dessa forma, pode-se prever como o cimento se comporta diante do estresse das cargas mastigatórias e parafuncionais, já que a fratura é a principal causa de falha na cimentação.

Os cimentos duais foram desenvolvidos para combinar as vantagens dos materiais ativados quimicamente aos ativados por luz. O componente de

polimerização química assegura completa polimerização no fundo de cavidades profundas, enquanto a fotoativação permite acabamento imediato após a exposição à luz. Diversos estudos revelaram que o mecanismo de ativação química sozinho é menos efetivo que o dual^{5,10,20,23}.

Este estudo avaliou a propriedade mecânica de resistência à flexão de quatro cimentos resinosos duais: Enforce F, Variolink II, Bistite II DC e Panavia F.

MATERIAL E MÉTODO

Os materiais utilizados, composição, lote e respectivos fabricantes encontram-se no Quadro 1:

Quadro 1 – Materiais utilizados, composição, lote e fabricantes.

Material	Composição	Lote	Fabricante
Variolink II	BisGMA, UEDMA, TEGDMA, 73,4% de carga/peso	F56391	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein
Enforce F	BisGMA, BDMA, TEGDMA	89909	Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil
Bistite II DC	UEDMA, MAC-10, 77% de carga/peso	84B.08R	Tokuyama Dental Corp., Tokyo, Japan
Panavia F	Bisfenol A polietoxi dimetacrilato	51178	Kuraray Medical Inc, Okayama, Japan

Foram confeccionados dez corpos-de-prova para cada grupo, sendo:

- GI: Variolink II
- GII: Enforce F
- GIII: Bistite II DC
- GIV: Panavia F

Os corpos-de-prova foram confeccionados em uma matriz metálica bipartida, com as dimensões de 9mm x 1mm x 1mm, apoiada sobre uma lâmina de vidro. Para facilitar a separação entre os espécimes e a lâmina, uma tira de poliéster foi inserida entre esta e o molde. Os cimentos resinosos foram colocados na matriz em um único incremento até o preenchimento total e em seguida foram cobertos por uma segunda tira de poliéster e outra lâmina de vidro.

A polimerização foi realizada com fotopolimerizador Curing Light XL 3000 (3M Dental Products),

com intensidade de luz de 550mW/cm². Os cimentos resinosos foram manipulados e fotopolimerizados segundo as recomendações dos fabricantes.

Os corpos-de-prova foram removidos da matriz e imediatamente imersos em água destilada e armazenados por 24h em estufa bacteriológica a 37°C.

Após o período de armazenamento programado, em cada grupo foi realizado o ensaio mecânico de resistência à flexão de tres pontos, com um espaçamento de 6 mm entre os dois pontos inferiores, em uma máquina de testes universal (EMIC DL 1000), com uma célula de carga de 50Kgf, a uma velocidade de 0,5mm/min, até a fratura dos corpos-de-prova. A máquina de testes estava acoplada a um computador que registrou os valores obtidos durante os ensaios, expressos em MPa.

Os resultados foram registrados e analisados estatisticamente pelo método de análise de variância (1 fator) e pelo teste de Tukey (5%).

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra a estatística descritiva dos quatro tipos de cimentos resinosos no ensaio de resistência à flexão e por meio do gráfico Box-Plot

(Figura 1) podemos perceber que os cimentos Bistite II DC e Panavia F apresentaram médias de resistência à flexão significativamente maiores do que os cimentos Variolink II e Enforce F.

Tabela 1 – Estatística descritiva

Variável	Média	Desvio padrão	C.V.(%)	Grupos homogêneos
Variolink II	62,704	34,71	55,35	A
Enforce F	66,721	10,64	15,95	A
Bistite II DC	121,27	28,13	23,20	B
Panavia F	127,66	45,01	35,26	B

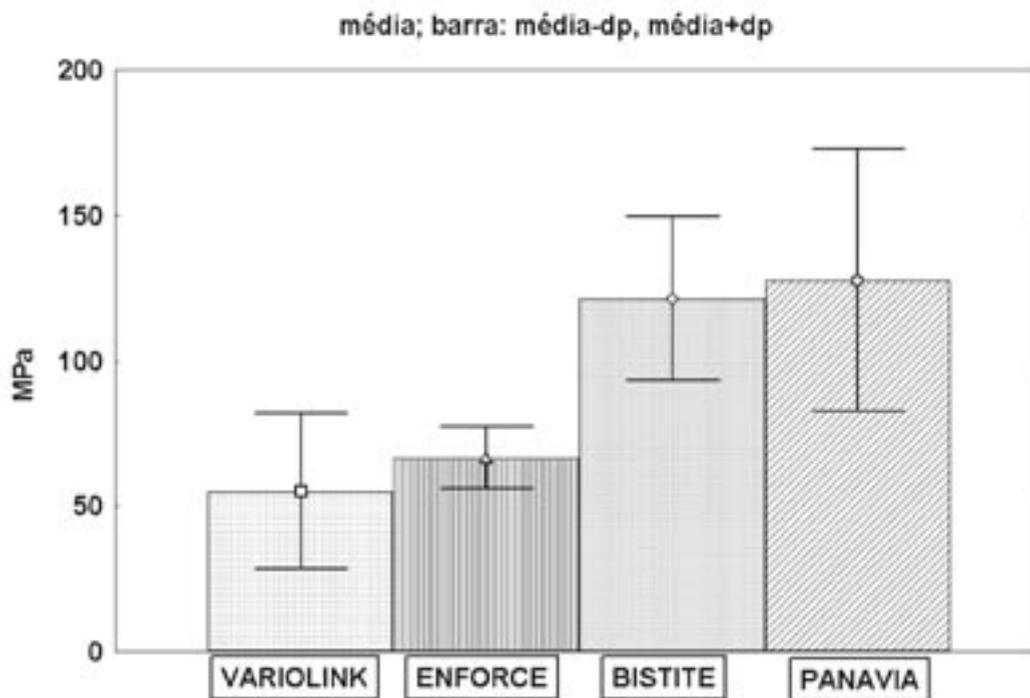


FIGURA 1 – Gráfico Box-Plot das médias de resistência à flexão (MPa) das quatro condições experimentais

Podemos constatar pelo teste de Tukey que não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos Variolink II e Enforce F e entre os cimentos Bistite II DC e Panavia F.

No entanto, houve diferença estatisticamente significativa entre as médias de resistência à flexão dos cimentos Variolink II e Enforce F (grupo homogêneo A) e Bistite II DC e Panavia F (grupo homogêneo B).

Além disso, podemos verificar que houve uma grande variação entre as amostras do Panavia F e Variolink II, que apresentaram como desvio-padrão 45,01 e 34,71, respectivamente.

DISCUSSÃO

A cimentação de uma restauração protética é o último passo operatório após uma série de procedimentos como o preparo dental, o afastamento gengival, a moldagem, obtenção do modelo e as etapas laboratoriais de confecção da restauração. O sucesso final dependerá da seleção, manipulação e utilização adequada do agente cimentante.

O conhecimento das propriedades físico-mecânicas do material de cimentação com que estamos trabalhando é de fundamental importância, uma vez que manipulações e aplicações incorretas podem resultar em grandes alterações das mesmas, comprometendo assim o desempenho clínico dos cimentos e, conseqüentemente, o desempenho clínico da restauração em longo prazo.

Dentre as diversas propriedades apresentadas por um agente de cimentação, é de grande importância analisarmos sua capacidade de suportar os esforços mastigatórios.

Pesquisas relacionadas às propriedades mecânicas dos materiais odontológicos demonstram que o teste de resistência à flexão tem merecido destaque⁸. Provavelmente isso ocorre por essa ser uma medida coletiva de todos os tipos de tensões que agem simultaneamente sobre os dentes, devido à natureza dinâmica das forças existentes na mastigação²¹. Esse teste fornece como resultado a resistência à flexão do material avaliado¹⁵.

Sabe-se que a resistência à flexão é uma propriedade mecânica que pode auxiliar no desempenho clínico²². Portanto, de posse dos resultados do ensaio de flexão, pode-se prever como o cimento se comporta diante do estresse das cargas mastigatórias e parafuncionais, já que a fratura é a principal causa de falha na cimentação.

Diversos métodos têm sido relatados na literatura para determinação da resistência à fratura de um ma-

terial: resistência à flexão de tres pontos^{8,28}, método de dupla torsão²⁵, teste de indentação²⁴ e o teste compacto de espécime¹⁷. A resistência à fratura de um mesmo material varia dependendo do método de teste utilizado¹². Neste trabalho optamos por utilizar o teste de resistência à flexão de tres pontos, pelo fato deste ter demonstrado ser mais discriminativo e mais sensível às pequenas variações de composição dos materiais, do que os testes de compressão³.

Entretanto, o tamanho dos corpos-de-prova, estipulado pela ISO 4049 (ISO,1992) (25 x 2 x 2mm), dificulta a padronização dos mesmos, sendo que alguns pontos acabam sendo expostos à dupla polimerização e, conseqüentemente, não há uma homogeneidade entre eles²⁸. Portanto, para a realização dos testes de flexão, seria melhor que fossem confeccionados espécimes menores e mais próximos da realidade clínica.

Na tentativa de aprimorar o método, algumas pesquisas têm desenvolvido o ensaio mecânico de mini-resistência flexural, onde os corpos-de-prova apresentam dimensões mais condizentes com as condições reais para avaliarmos o desempenho dos materiais odontológicos²⁸.

Este teste consiste na aplicação de uma carga crescente em determinados pontos de uma barra de geometria padronizada. Na nossa pesquisa utilizamos uma barra de cimento resinoso confeccionada em uma matriz com dimensões de 9mm x 1mm x 1mm. A barra é bi-apoiada com aplicação de carga no centro da distância entre os apoios, ou seja, formando três pontos de carga.

Assim, a confecção de corpos-de-prova com 9mm de comprimento torna o experimento mais próximo das condições reais, uma vez que o diâmetro médio-distal dos molares é de aproximadamente 11mm e a distância cervico-incisal dos incisivos é por volta de 13mm²⁷.

Cimentos de resina são materiais compostos, constituídos por uma matriz de resina de BisGMA (bisfenol A-metacrilato de glicidila) ou UEDMA (uretano dimetacrilato) em combinação com outros monômeros de menor peso molecular, como o TEGDMA (trietileno-glicol dimetacrilato) e por um excipiente constituído de partículas inorgânicas pequenas¹⁹. As propriedades mecânicas desses materiais são influenciadas pelo tipo e composição da matriz da resina, tipo de partículas, carga das partículas e modo de polimerização. Até certo limite, maior quantidade de partículas de carga leva ao aumento das propriedades mecânicas¹⁴.

A presença de dimetacrilato de uretano (UEDMA), que é encontrado no cimento Variolink II e

Bistite II DC, assim como o aumento do seu percentual na composição da matriz, eleva a resistência à flexão e outras propriedades mecânicas dos materiais resinosos I. Portanto, poderíamos concluir que o cimento Variolink II deveria apresentar maior resistência à flexão, no entanto, encontramos justamente o oposto neste estudo, pois este apresentou as menores médias. Por outro lado, o Bistite II DC, que também contém UEDMA apresentou médias mais altas.

Foi verificado também que a resistência à flexão dos materiais resinosos eleva-se à medida que a quantidade de carga inorgânica em peso aumenta^{7,8,9}. Com efeito, o cimento resinoso Bistite II DC, que contém 77% de carga em peso, apresentou melhores resultados do que o Variolink II, com conteúdo de 73,4% de carga.

Observamos que a literatura relacionada à resistência à flexão dos cimentos resinosos é escassa. Dessa forma, fica difícil a comparação dos nossos resultados com os de outros estudos.

Sendo assim, é fundamental a realização de novos trabalhos de pesquisa com relação às propriedades mecânicas dos cimentos resinosos, para melhor avaliação do desempenho clínico desses materiais na resistência à fratura.

CONCLUSÃO

Os cimentos Bistite II DC e Panavia F apresentaram médias de resistência à flexão significativamente maiores do que os cimentos Variolink II e Enforce F.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the mechanical property flexural strength of four dual-cure resin cements: Enforce F, Variolink II, Bistite II DC e Panavia F. There were done 40 specimens (n=10) of 9mm x 1mm x 1mm, through a metallic mould. The resin cement was inserted in the mould in one increment until complete filling of the mould. After polymerization, the specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. Following storage, each group was subjected to the 3-point flexural strength test. The load was 50Kgf and the crosshead speed was 0.5 mm/min. The results were appointed in MPa and analyzed statistically by ANOVA and Tukey's test (5%). It was observed that the cements Bistite II DC and Panavia F showed means of flexural strength significantly better than the ones of Variolink II and Enforce F.

UNITERMS

Resin cement, tensile strength; dental materials; comparative study

REFERÊNCIAS

- Asmusen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA, BiGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater.* 1998;14(1):51-6.
- Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent.* 2003;89:127-34.
- Azillah MA, Anstice HM, Pearson GJ. Long-term flexural strength of three direct aesthetic restorative materials. *J Dent.* 1998; 26: 177.
- Beloti AM, Varjão FM, Segala JCM, Andrade LEH. Avaliação da espessura de película de cimentos resinosos. *J Bras Clin Estet Odontol.* 2000;4 (23): 33-36.
- Blackman R, Bargui N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. *J Prosthet Dent.* 1990; 63: 295.
- Bottino MA, Brunetti RF. Manual de prótese fixa. São Paulo: Ed Santos, 1986.
- Busato ALS, Reston EG, Gonzalez PAH, Macedo RP. Restaurações diretas em resinas compotas para dentes posteriores. In: Feller C, Gorab R. Atualização na clínica odontológica. São Paulo: Artes Médicas; 2000. p.1-28.
- Castro Filho AA. Resistência à flexão de resina compotas utilizadas na confecção de restaurações do tipo inlay: efeito de diferentes técnicas de polimerização. [Tese] São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos; 2002.
- Covey DA, Tahaney SR, Davenport JM. Mechanical properties of heat-treated composite resin restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1992;68(3):458-61.
- Darr AH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. *J Oral Rehabil.* 1995; 22: 43.
- Fan P, Nicholls JL, Kois JC. Load fatigue of five restoration modalities in structurally compromised premolars. *Int J Prosthodont.* 1995; 8: 213-20.
- Fujishima A, Ferracane JL. Comparison of four modes of fracture toughness testing for dental composites. *Dent. Mater.* 1996; 12: 38-43.
- Góes MF. Cimentos resinosos. In: Gonçalves EAN, Feller C. Atualização na clínica odontológica: a prática da clínica geral. São Paulo: Artes Médicas; 1998. p.169-76.
- Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 1022-8.
- Irie M, Suzuki K, Watts DC. Marginal and flexural integrity of three classes of luting cement, with early finishing and water storage. *Dent Mater.* 2004; 20 (1): 3-11.

16. Kamposiora P, Papavasiliou G, Bayne SC, Felton DA. Finite element analysis estimates of cement microfracture under complete veneer crowns. *J Prosthet Dent.* 1994; 71: 435-41.
17. Kovarik RE, Muncy MV. Fracture toughness of resin-modified glass ionomers. *Am J Dent.* 1995; 8: 145-8.
18. Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. *J Prosthet Dent.* 1999; 81 (5): 597-609.
19. Maia LG, Vieira LCC. Cimentos resinosos: uma revisão de literatura. *J Bras Dent Estet.* 2003; 2 (7): 248-62.
20. Peutzfeldt A. Dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double bonds, filler volume, and light curing. *Acta Odontol. Scandinavica.* 1995; 53: 29.
21. Phillips RW. Elements of dental materials: for dental hygienists and dental assistants. 5 ed. Philadelphia: Saunders, 1994.
22. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: a review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998;80(3):280-301.
23. Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Oper Dent.* 1993; 18: 48.
24. Segui, RR, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res.* 1992; 71 (6): 1340-4.
25. Truong VT, Tyas, MJ. Prediction of in vivo wear in posterior composite resins: a fracture mechanics approach. *Dent Mater.* 1988; 4: 318-27.
26. Walker MP, Spencer P, Eick JD. Mechanical property characterization of resin cement after aqueous aging with and without cyclic loading. *Dent Mater.* 2003;19:645-52.
27. Wheeler RC. Molars and central incisors. In: Wheeler RC. A Textbook of dental anatomy and physiology. Philadelphia: WB Saunders Com; 1965. p.124-283.
28. Yap AU, Teoh SH. Comparison of flexural properties of composite restoratives using the ISO and mini-flexural tests. *J Oral Rehabil.* 2003; 30:171-7.

Recebido em: 17/04/05

Aprovado em: 24/06/05

Lia Alves da Cunha
R. Benjamim Manoel Amarante, 72
Jd. Colinas
12242-071– São José dos Campos – SP
(12) 3921-9790
liaalves@hotmail.com
liaalvescunha@yahoo.com.br