

AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E À TRAÇÃO DIAMETRAL DE CIMENTOS ODONTOLÓGICOS

Evaluation and comparison of resistance to compression and diametral tensile strength of dental luting cements

Lisiane Martins Fracasso¹

Renata Ragagnin Zago²

Lígia Maria Nogarett¹

Grace Lehuger³

Eduardo Gonçalves Mota⁴

Resumo: Objetivo: o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a resistência à compressão e à tração diametral de oito cimentos utilizados em prótese fixa: fosfato de zinco (Cimento de Zinco – SS White e Poscal – Voco), ionômero de vidro convencional (Meron – Voco e Ketac Cem – ESPE), ionômero de vidro modificado por resina (Meron Plus – Voco) e cimentos resinosos (Rely-X – ESPE, Enforce – Dentsply e Bifix – Voco). **Materiais e métodos:** para avaliação da resistência à compressão e à tração diametral foram confeccionados dez corpos de prova para cada teste. As amostras foram carregadas com força de compressão com uma velocidade de carregamento de 0,5mm/min em uma máquina de ensaio universal (EMIC DL 2000) para ambos os testes. Os dados foram submetidos aos testes de ANOVA e Tukey ($\alpha=0,05$). **Resultados:** avaliando-se a resistência à compressão, os valores mais baixos foram obtidos pelos cimentos Poscal e SS White que foram similares, estatisticamente, aos do Ketac Cem. Referente à tração diametral, os menores valores, estatisticamente similares, foram obtidos pelos SS White, Poscal, Meron e Ketac Cem. Os melhores resultados em relação à resistência à tração diametral e à compressão foram obtidos pelos cimentos resinosos. **Conclusão:** verificou-se que os cimentos resinosos apresentaram melhor resistência à compressão e à tração diametral com diferença, estatisticamente, significativa dos demais. Além disso, os cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro convencional apresentaram os menores valores de resistência para ambos os testes.

Palavras-chave: Cimentos Dentários; Resistência à Tração; Resistência à Compressão.

1 Doutora em Odontologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC-RS.

2 Mestre em Ciências Odontológicas. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

3 Especialista em Prótese Dentária. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC-RS).

4 Doutor em Odontologia. Professor do Programa de Pós-graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC-RS.

Autor para correspondência: Eduardo Gonçalves Mota.

E-mail: eduardo.mota@puhrs.br

Artigo recebido em: 29/03/2015.

Artigo aceito em: 09/05/2017.

Artigo publicado em: 27/06/2017.

Abstract: Objective: the aim of this study was to evaluate and compare the compressive and diametral tensile strength of eight cements used in fixed prosthesis: zinc phosphate (Zinc Cement - SS White and Poscal - Voco), conventional glass ionomer (Meron - Voco And Ketac Cem - ESPE), resin - modified glass ionomer (Meron Plus - Voco) and resin cements (Rely - X - ESPE, Enforce - Dentsply and Bifix - Voco). **Materials and methods:** to evaluate the compressive strength and diametral traction, ten specimens were prepared for each test. The samples were loaded with compression force with a loading speed of 0.5mm/min in a universal test machine (EMIC DL 2000) for both tests. The data were submitted to ANOVA and Tukey tests ($\alpha = 0.05$). **Results:** by evaluating the compressive strength, the lowest values were obtained by Poscal and SS White cements that were statistically similar to those of Ketac Cem. Regarding diametral traction, the lowest statistically similar values were obtained by SS White, Poscal, Meron and Ketac Cem. The best results with respect to diametral tensile strength and compression were obtained by the resinose cements. **Conclusion:** it was verified that the resin cements presented better resistance to compression and diametral traction with a statistically significant difference of the others. In addition, the zinc phosphate and conventional glass ionomer cements showed the lowest resistance values for both tests.

Keywords: Dental Cements; Tensile Strength; Compressive Strength.

INTRODUÇÃO

Cimentos odontológicos foram desenvolvidos com o intuito de proporcionar uma durável união entre restaurações indiretas a estruturas dentárias ou implantes dentários. Apresentam características diferentes quanto a manipulação, propriedades físicas e biológicas¹ e essas devem ser compreendidas para uma adequada seleção frente aos tratamentos odontológicos.

O cimento de fosfato de zinco foi introduzido em 1879, por Pierce², e é utilizado como padrão de comparação para outros tipos de cimento devido a sua ampla utilização durante longo tempo na odontologia. Apresenta propriedades físicas satisfatórias e baixo custo³, porém caracteriza-se por ter alta solubilidade, baixa resistência e possível absorção de água, além de poder gerar ocasional sensibilidade pós-operatória⁴. Já os cimentos de ionômero de vidro convencionais, surgiram em 1969 e exibem adesão à estrutura dentária, além de coeficiente de expansão térmica e módulo de elasticidade similar à dentina. Ainda, oferecem liberação de flúor e adequada biocompatibilidade. Todavia, suas limitadas propriedades físicas e mecânicas induziram modificações em sua composição como a incorporação de porção resinosa, criando-se, assim, um novo tipo de sistema, denominado ionômero de vidro modificado por resina⁵.

Mais recentemente, a necessidade de aprimoramento da odontologia estética fez surgirem os cimentos resinosos que possuem vantagens em relação aos demais cimentos devido a melhor capacidade de retenção, diminuída dissolução em ambiente oral, além de proporcionarem excelente estética⁶. Porém, como desvantagens apresentam alto custo, são técnico-sensível e oferecem dificuldades

na remoção de excessos⁷.

Frente à disponibilidade comercial de diferentes cimentos odontológicos, torna-se evidente a necessidade de compreender o comportamento de cada material. Um importante fator a se levar em consideração, na decisão do cimento mais adequado para cada situação clínica, é a resistência que o cimento oferece, já que um dos problemas clínicos mais comum está relacionado a descimentação de peças protéticas⁸. Testes laboratoriais, como resistência à compressão e à tração diametral, auxiliam a determinar a resistência do material, frente as cargas mastigatórias. Estas propriedades são determinantes para o sucesso a longo prazo das próteses odontológicas⁹.

Portanto, os objetivos deste estudo foram avaliar e comparar a resistência à compressão e à tração diametral de cimentos à base de fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro convencional e modificado por resina e cimento resinoso.

METODOLOGIA

1. Materiais:

Os materiais utilizados neste estudo foram divididos em quatro grupos, conforme a Tabela 1.

2. Métodos:

2.1 Teste de compressão: para confecção dos corpos-de-prova (n=10), uma espátula de cimento foi utilizada para inserir o material, manipulado de acordo com as instruções do fabricante, e realizados por um único operador, em uma matriz de PTFE (politetrafluoretileno) cilíndrica bipartida, com 3 mm de diâmetro e 6 mm de altura. A matriz foi posicionada sobre uma tira de poliéster a fim de planificar a amostra. Após a inserção do cimento,

uma nova tira de poliéster foi adaptada sobre a matriz, e, sob pressão de uma placa de vidro, para a planificação de ambos os lados da matriz. Todas as amostras, após a confecção, foram armazenadas em recipientes de vidro individuais pelo período de 24 horas a 37°C em uma estufa para cultura (Modelo 002 CB; Fanem, Guarulhos, SP, Brasil).

Tabela 1 - Materiais utilizados no estudo

Grupo	Tipo de cimento	Nome comercial	Marca comercial
Grupo 1	Fosfato de zinco	Cimento de Zinco	SS White
		Poscal	Voco
Grupo 2	Ionômero de vidro convencional	Merlon	Voco
		KetacCem	3M ESPE
Grupo 3	Ionômero de vidro modificado por resina	Merlon Plus	Voco
		Rely-X	3M ESPE
Grupo 4	Cimento Resinoso	Enforce	Dentsply
		Bifix	Voco

Decorrido o período de 24 horas, o ensaio de resistência à compressão foi realizado em uma máquina de testes Universal (EMIC DL-2000, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com uma velocidade de 0,5 mm/min¹⁰. Os resultados, obtidos em Newton, (N) foram transformados em Megapascal (MPa), de acordo com a fórmula: $R_c = F / \pi * r^2$, em que R_c é a resistência à compressão (MPa), F é a força máxima obtida (N), e, r é o raio da amostra (1,5 mm).

2.2 Teste de tração diametral: foram confeccionadas 10 amostras (n = 10) de cada material, a partir de uma matriz metálica bipartida de PTFE cilíndrica de 6 mm de diâmetro e 3 mm de altura. Todos os materiais foram manipulados, de acordo com as instruções do fabricante, e, confeccionados por um único operador. Após a manipulação, os materiais foram inseridos na matriz e, após a presa, armazenados por 24 horas em estufa a 37°C.

O teste de tração diametral foi realizado em máquina de ensaio universal (EMIC DL 2000,

São José dos Pinhais, PR, Brasil) com velocidade de carregamento de 0,5 mm/min¹¹, no sentido de compressão até ocorrer à fratura. A tensão máxima foi obtida em Newton (N) e convertida em Mpa, segundo a fórmula: $R_{td} = 2 * P / \pi * D * T$, em que P é a força máxima obtida (Newton), D é o diâmetro de 6 mm, e, T é a espessura de 3 mm (2).

3. Análise estatística dos dados:

Os dados foram analisados estatisticamente com ANOVA de um fator e teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS

Ao analisar os dados com ANOVA e Tukey, foi possível observar diferenças estatisticamente significantes entre os grupos ($p < 0,05$). Os dados presentes na Tabela 2 são referentes à resistência à compressão.

Tabela 2 - Tabela descritiva dos resultados obtidos no teste de resistência à compressão

CIMENTO	N	1	2	3	4
Poscal	10	26,03 ^d			
SS White	10	36,58 ^d			
Ketac Cem	10	40,26 ^d			
Meron	10		79,63 ^c		
Meron Plus	10		80,97 ^c		
Enforce	10			125,45 ^b	
Bifix	10			155,48 ^{ab}	155,48 ^{ab}
Rely-X	10				175,12 ^a

Verifica-se que os cimentos de fosfato de zinco Poscal (26,03 MPa) e SS White (36,58 MPa) e o cimento de ionômero de vidro convencional Ketac Cem (40,26 MPa) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si em relação à resistência à compressão. Já o Meron (79,63 MPa) e Meron Plus (80,97 MPa), apresentaram-se similares estatisticamente entre si, porém diferentes dos demais cimentos. Para os cimentos resinosos, verifica-se que o Rely-x (175,12 MPa) apresentou os maiores valores de resistência à compressão, porém similar estatisticamente ao Bifix (155,48 MPa). Já o Enforce (125,45 MPa), apresentou os menores valores entre os cimentos resinosos, porém similar estatisticamente ao Bifix e diferente estatisticamente do Rely-x.

Avaliando-se os resultados obtidos para a tração diametral, verifica-se que estes, também, apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) e estão exibidos na Tabela 3:

Tabela 3 - Resultados obtidos no teste de resistência à tração diametral

CIMENTO	N	1	2	3	4
Ketac Cem	10	5,61 ^d			
Poscal	10	5,71 ^d			
SS White	10	5,72 ^d			
Meron	10	11,38 ^d			
Meron Plus	10		18,81 ^c		
Enforce	10			34,05 ^b	
Bifix	10			39,69 ^{ab}	39,69 ^{ab}
Rely-X	10				43,04 ^a

*Médias seguidas de letras distintas apresentam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

O cimento Meron Plus apresentou resistência à tração diametral de 18,81MPa, mostrando-se mais resistente à tração diametral que os cimentos Ketac Cem (5,61MPa), Poscal (5,71MPa), Cimento de Zinco SS White (5,72MPa) e Meron (11,38MPa). Quanto aos cimentos resinosos, a maior resistência foi obtida pelo Bifix (39,69MPa) e Rely X (43,04MPa), porém, o Enforce (34,05MPa) e o Bifix (39,69MPa) não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Verifica-se que, para todos os tipos de cimentos odontológicos, os valores de compressão foram maiores do que os valores de tração diametral.

DISCUSSÃO

A avaliação da resistência à compressão para cimentos odontológicos auxilia na avaliação de sua performance e longevidade de próteses odontológicas já que estas precisam resistir às forças mastigatórias sem sofrerem descimentação^{9,12}. No presente estudo, os cimentos de fosfato de zinco (SS White e Poscal) e o cimento de ionômero de vidro Ketac Cem apresentaram os valores mais baixos em relação à resistência à compressão, sem diferença estatística entre eles. Piwowarczyk *et al*¹³, também, encontraram resultados estatisticamente similares para ionômero de vidro convencional e fosfato de zinco, quando as amostras foram armazenadas por 24 horas antes de serem testadas.

Os cimentos de ionômero de vidro Meron e Meron Plus apresentaram resultados superiores aos dos cimentos de fosfato de zinco e Ketac Cem, porém inferiores aos resinosos. Os cimentos de ionômero de vidro são compostos de ácido poliacrílico que promovem a formação de uma ligação química à dentina, proporcionando uma melhor retenção. No teste de resistência à compressão não é testada a adesão à estrutura dental, porém verifica-se que a composição determinou melhor comportamento

para o Meron do que para o Ketac Cem. Já para o Meron Plus, que apresenta reforço resinoso, verificou-se um mínimo incremento na resistência à compressão, não estatisticamente significativo.

Os maiores valores de resistência a compressão foram obtidos pelos cimentos resinosos. Estes mesmos resultados, também, foram verificados nos estudos de Li *et al*¹¹ e Piwowarczyk *et al*¹³. Estes resultados podem ser justificados pela composição destes materiais odontológicos que se constituem de uma matriz de BIS-GMA (bisfenol A-metacrilato de glicidila), TEGDMA (trietilenoglicol dimetacrilato) e/ou UDMA (uretano dimetacrilato) e monômeros bifuncionais com grupamentos HEMA (hidroxietil metacrilato) e 4-META (4-metacriloxietil trimelitano anidro)¹⁴. Além disso, cargas inorgânicas (partículas de vidro e sílica coloidal) em concentrações entre 20 a 80%¹⁵, também, podem ser responsáveis por estes melhores resultados.

Ao avaliar a resistência à tração diametral, nenhuma deformação permanente foi observada, ou seja, todas as amostras fraturaram no sentido vertical. Este fator é imprescindível para que a resistência à tração diametral seja avaliada, adequadamente, neste tipo de teste¹¹.

No presente estudo, os resultados obtidos no teste de tração diametral para os cimentos de fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro convencionais não exibiram diferenças estatisticamente significativas. Apesar da metodologia diferente, no estudo de Parameswari *et al*¹⁶, também, os resultados para cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro convencionais foram similares. Ainda, o menor resultado encontrado para resistência à tração diametral foi para o Ketac Cem. Usando uma metodologia diferente, Orsi *et al*⁸ encontraram resultados inferiores para o Ketac Cem, quando comparado com cimentos de fosfato de zinco.

Diferentemente do resultado para resistência à compressão, o Meron Plus apresentou comportamento superior aos cimentos de fosfatos de

zinco e de ionômero de vidro convencionais para a resistência à tração diametral. Estes resultados não estão de acordo com o estudo de White e Yu¹², no qual o cimento de ionômero de vidro modificado apresentou resultados melhores do que fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro convencional, tanto para tração diametral como para compressão. Mais estudos serão necessários para avaliar como a incorporação de material resinoso no ionômero de vidro altera suas propriedades físicas e mecânicas.

Assim como no teste de resistência à compressão, o cimento resinoso Rely-x apresentou os maiores valores para resistência à tração diametral, porém não diferente estatisticamente do Bifix. Nas últimas décadas, com o maior interesse por odontologia estética, os cimentos resinosos sofreram modificações em suas formulações e apresentam diferentes modos de ativação¹⁷. Estes podem ser responsáveis pelas diferenças nas respostas desses materiais.

Todos os cimentos odontológicos apresentaram valores de resistência mais baixos no teste de resistência à tração do que para a compressão. Este comportamento é esperado de materiais com características friáveis como os cimentos odontológicos¹⁷. Porém, características como alta resistência e alto módulo de elasticidade podem minimizar este problema.

Nas últimas décadas, foram introduzidos novos cimentos odontológicos e a escolha de qual cimento deve ser usado em cada situação clínica, tornou-se mais difícil. Nenhum dos cimentos odontológicos disponíveis apresenta características ideais¹⁵, porém diferentes composições determinaram propriedades mecânicas, biológicas, químicas, reológicas e físicas diferentes. Devido à importância clínica que os cimentos odontológicos possuem,

compreender as limitações e vantagens de cada material pode auxiliar nesta difícil tarefa.

CONCLUSÃO

Frente as limitações deste estudo *in vitro*, conclui-se que os cimentos resinosos apresentaram os melhores resultados em relação à resistência à tração diametral e à compressão. Já os cimentos de fosfato de zinco e de ionômero de vidro convencionais, apresentaram os resultados mais baixos.

REFERÊNCIAS

1. ATTAR, N.; TAM, L.E.; McComb, D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. Amsterdam, v. 89, n. 2, p. 127-134, 2003.
2. SIVAKUMAR, J. S.; SURESH KUMAR, B. N.; SHYMALA P. V. Role of provisional restorations in endodontic therapy. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*. Mumbai, v. 5, suppl S1, p. 120-4, 2013.
3. DONOVAN, T. E.; CHO, G. C. Contemporary evaluation of dental cements. *Compendium of continuing education in dentistry*. Jamesburg, v. 20, n. 3, p. 197-219, 1999.
4. PEGORARO, T. A.; DA SILVA, N. R. F. A.; CARVALHO, R. M. Cements for Use in Esthetic Dentistry. *Dental clinics of North America*. Philadelphia, v. 51, n.2, p. 453-71, 2007.

5. KLEVERLAND, C.J.; VAN DUINEN, R. N. B.; FEILZER, A.J. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dental Materials*. Oxford, v. 20, n. 1, p. 45-50, 2004.
6. HOLDEREGGER, C. *et al.* Shear bond strength of resin cements to human dentin. *Dental Materials*. Oxford, v. 24, n. 7, p. 944-50, 2008.
7. LAD, P. P. *et al.* Practical clinical considerations of luting cement: a review. *Journal of International Oral Health*. Ahmedabad, v.6, n.1, p.116-120. 2014.
8. ORSI, I. A. *et al.* In vitro tensile strength of luting cements on metallic substrate. *Brazilian Dental Journal*. Ribeirão Preto, v. 25, n. 2, p. 136-40, 2014.
9. PATIL SG, SURESH SAJJAN MC, PATIL R. The effect of temperature on compressive and tensile strengths of commonly used luting cements: an in vitro study. *Journal of International Oral Health*. Ahmedabad, v. 7, n. 2, p. 13-19, 2015.
10. TANOMARU-FILHO, M. *et al.* Compressive Strength and Setting Time of MTA and Portland Cement Associated with Different Radiopacifying Agents. *International scholarly research notices*. Cairo, v. 2012. 2012.
11. LI, Z. C.; WHITE, S. N. Mechanical proprieties of dental luting cements. *Journal of Prosthetic Dentistry*. Amsterdam, v. 81, n. 5, p. 597-609, 1999.
12. WHITE, S. N.; Yu Z. Physical properties of fixed prosthodontic, resin composite luting agents. *International Journal of Prosthodontic*, v. 69, n. 6, p. 384-9, 1993.
13. PIWOWARCZYK A. *et al* Laboratory strength of glass ionomer cement, cement, compomers and resin composites. *Journal of Prosthodontic*. Philadelphia, v. 11, n. 2, p.86-91, 2002.
14. GOÉS MF. *Cimentos resinosos*. São Paulo: Artes Médicas; 1998.
15. ANUSAVICE KJ. *Phillips materiais dentários*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2003.
16. PARAMESWARIL B. D. *et al.* Comparative study on the tensile bond strength and marginal fit of complete veneer cast metal crowns using various luting agents: An in vitro study. *Journal of pharmacy and bioallied Science*. Mumbai, v. 8, n.5, p. 138-42, 2016.
17. XIE, D. *et al.* Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cement. *Dental Materials*. Oxford, v. 16, n. 2, p. 129-38, 2000.