

## Resistência à tração diametral de ionômeros indicados para ART

### Diametral tensile strenght of glass ionomer cements for ART

Linda Wang<sup>1</sup>

Daniela Francisca Gigo Cefaly<sup>2</sup>

Terezinha de Jesus Esteves Barata<sup>3</sup>

Jean Rodrigo dos Santos<sup>4</sup>

Janáina Lima dos Santos<sup>5</sup>

Sarah Eliza Cassaro<sup>6</sup>

\* Universidade de São Paulo (USP).

Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)

\*\* Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

#### Resumo

Este estudo comparou a Resistência a Tração Diametral (RTD) dos Cimentos de Ionômero de Vidro (CIVs) desenvolvidos para o Tratamento Restaurador Atraumático (ART): Ketac Molar, Fuji IX, Vitromolar e Magic Glass com o CIV convencional Ketac Fil Plus. Para cada material, foram confeccionados seis corpos-de-prova (6 mm x 3 mm) que ficaram imersos por 24 horas em água deionizada e submetidos ao ensaio de RTD. Os dados obtidos foram analisados pelos testes estatísticos ANOVA e Tukey apresentando. Os resultados obtidos demonstraram valores de média (desvio-padrão) em MPa de: 9,81(1,19), 11,90(3,62), 9,19(2,53), 8,05(1,68) e 15,25(1,60), respectivamente. Os CIVs desenvolvidos para o ART não apresentaram superioridade em relação ao CIV convencional.

**Palavras-chave:** Cimentos de ionômero de vidro. Tratamento Restaurador. Atraumático. ART. Resistência à Tração Diametral.

#### Abstract

*This study compared the Diametral Tensile Strength of Glass Ionomer Cements (GICs) developed for the Atraumatic Restorative Treatment (ART) Ketac Molar, Fuji IX, Vitromolar and Magic Glass compared to a conventional GIC Ketac Fil Plus. For each material, six moulds were prepared (6 mm x 3 mm), which were immersed for 24 hours in deionized water and submitted to diametral tensile strength test. Data were analyzed (one-way ANOVA and Tukey). Results showed average values (standard deviations) in MPa of 9.81 (1.19), 11.90 (3.62), 9.19 (2.53), 8.05 (1.68) and 15.25 (1.60) for above-mentioned GICs, respectively. ART-glass ionomer cements did not show greater strength under diametral tensile strength compared to the conventional one.*

**Keywords:** Glass ionomer cements. Atraumatic Restorative Treatment. ART. Diametral Tensile Strength.

## 1 Introdução

Os materiais restauradores odontológicos têm sido desenvolvidos para atender a necessidade de se restaurar adequadamente um preparo cavitário de forma a oferecer resistência aos esforços mastigatórios e de minimizar os riscos de reincidência de cárie.

Neste sentido, os Cimentos de Ionômeros de Vidro CIVs possuem características clínicas interessantes (XIE et al., 2000), como: biocompatibilidade, adesividade e coeficiente de expansão térmica linear similar ao da estrutura dentária (NAVARRO; PASCOTTO, 1998), bem como, as propriedades anticariogênicas e anticariostáticas, devido a sua capacidade de liberação e reincorporação de flúor e elevação do pH do meio (GAO; SMALES; GALE, 2000; PLATT; RODHES, 2002; SMALES; GAO, 2000). Por outro lado, os CIVs apresentam baixa resistência flexural, ao desgaste e a fratura. Estas limitações têm restringido sua indicação a áreas desprovidas de esforços mastigatórios (GLADYS et al, 1997; XIE et al., 2000).

Com o advento do Tratamento Restaurador Atraumático (ART) e seu reconhecimento pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1994, como um proce-

dimento revolucionário no tratamento da cárie dentária; o ART passou a ser incluído efetivamente no programa de Saúde Bucal da OMS, e sua aplicação estimulada mundialmente (WHO, 1994).

O Tratamento Restaurador Atraumático representa uma filosofia de atenção odontológica, que alia a intervenção minimamente invasiva, aos métodos educativo-preventivos no controle da cárie dentária. A técnica restauradora do ART baseia-se na remoção de tecido dentário cariado, utilizando-se apenas instrumentos cortantes manuais e na subsequente restauração e selamento das fissuras adjacentes à lesão com cimento de ionômero de vidro (FRENCKEN; HOLMGREN, 1999).

Dessa forma, com o acompanhamento das pesquisas clínicas notou-se a necessidade de aprimoramento dos materiais ionoméricos a fim de aumentar a longevidade das restaurações (YIP et al., 2002), associando as propriedades benéficas dos CIVs com uma maior resistência mecânica (CEFALY et al., 2005; FRENCKEN et al., 1998; PHANTUMVANIT et al., 1996). Com este propósito, os CIVs convencionais foram modificados com o intuito de melhorar a resistência me-

cânica (EWODSON, COVEY; LAVIN 1997; HOSOYA; GARCIA-GODOY, 1998; YIP et al, 2001).

Visando verificar se a resistência mecânica dos CIVs para ART apresentam melhor desempenho, este trabalho propôs comparar a resistência à tração diametral dos CIVs

desenvolvidos para a técnica do ART com o CIV convencional.

## 2 Material e Método

Os materiais utilizados neste estudo são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características dos materiais utilizados no teste.

Material	Classificação	Composição	Fabricante
Ketac Fil Plus	Cimento de ionômero de vidro convencional	Pó: vidro de fluorossilicato-cálcio-alumínio-lanthan e estrôncio  Líquido: Água, ácido maléico e copolímeros, ácido tartárico e ácido benzóico	3M ESPE
Ketac Molar	Cimento de ionômero de vidro indicado para ART	Pó: Cálcio-alumínio-lanthan de vidro de fluorossilicato, copolímeros, pigmentos Líquido: Ácido acrílico, copolímero de ácido maléico, ácido tartárico e ácido benzóico	3M ESPE
Fuji IX	Cimento de ionômero de vidro indicado para ART	Pó: vidro de Aluminossilicato, ácido poliacrílico Líquido: ácido Poliacrílico, ácido polibásico	GC Corporation
Vitromolar	Cimento de ionômero de vidro indicado para ART	Pó: vidro de flúor-alumínio-cálcio-bário Líquido: ácido poliacrílico e ácido tartárico	DFL
Magic Glass	Cimento de ionômero de vidro indicado para ART	Pó: vidro de aluminossilicato Líquido: ácido policarboxílico	Vigodent

Seis corpos-de-prova de cada CIV foram proporcionados e manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. O pó e o líquido foram aferidos em balança digital com 0,0001g de precisão (Bel Engineering SRL, Mark 205A, Monza, MI Italy). Após a manipulação com espátula plástica, os materiais foram inseridos com seringa tipo Centrix em matrizes de aço inoxidável, previamente isoladas com vaselina e cobertas com matriz de poliéster (TDV Dental, Santa Catarina, Brazil). Em seguida, foram pressionados com uma lamínula de vidro sob pressão de 200g constante, obtendo os corpos-de-prova com 6 mm diâmetro e 3 mm de altura. Os testes realizados seguiram as especificações da ADA (AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, 1989).

Após 15 minutos em estufa a 37°C, os corpos-de-prova foram imersos em água deionizada, em frascos individualizados e identificados, por um período de 24 horas a temperatura de 37°C em estufa. Para o teste de resistência a tração diametral foi utilizada máquina de ensaio universal Emic (Emic-DL 5000/10000, São José dos Pinhais-PR, Brasil) a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os corpos-de-prova foram posicionados entre as plataformas da máquina de ensaios, de maneira que as forças de compressão incidissem no seu pequeno eixo, gerando esforços de tração lateralmente. A resistência à tração diametral (RTD) [kgf/cm<sup>2</sup>] foi calculada

pela seguinte fórmula:  $RTD = 2C/pDE$ , onde: C=carga aplicada [kgf], p=3,14, D= diâmetro do espécime, E= espessura do espécime, p=constante 3,14. Os valores de RTD foram convertidos em MPa:  $RTD [MPa] = RTD [kgf/cm^2] \times 0,09807$ . Os dados obtidos foram submetidos ao teste estatístico ANOVA a um critério (CIVs) e ao teste de Tukey-Kramer para comparações individuais com nível de significância de 0,05.

## 3 Resultados

Os resultados após o teste de resistência à tração diametral são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças estatisticamente significantes (p<0,05).

Material	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)
Ketac Fil Plus	15,25 A	1,6
Ketac Molar	9,81 B	1,19
Fuji IX	11,90 AB	3,62
Vitromolar	9,19 B	2,53
Magic Glass	8,05 B	1,68

Os CIVs Ketac Fil Plus e Fuji IX apresentaram maiores valores médios de resistência que os demais ionômeros, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles. Os demais CIVs para ART apresentaram resultados inferiores, estatisticamente diferente apenas ao Ketac Fill Plus.

Não houve diferença estatisticamente entre os CIVs indicados para a técnica do ART, no período de 24 horas.

#### 4 Discussão

Os cimentos de ionômero de vidro correspondem a uma categoria de material restaurador de grande interesse na Odontologia, principalmente por suas propriedades anticariogênicas (GAO; SMALES; GALE, 2000; SMALES; GAO, 2000). Apesar deste grande benefício, a resistência mecânica deste material deve ser considerado em sua indicação, sendo classicamente evitado em áreas sujeitas a grandes esforços mastigatórios (YIP *et al.*, 2002). Por esta razão, foram desenvolvidas formulações de materiais mais densos, específicos para o ART (EWODSON; COVEY; LAVIN, 1997; HOSOYA; GARCIA-GODOY, 1998; YIP *et al.*, 2001).

Neste intuito, os CIVs para ART foram propostos para também oferecer melhor desempenho sob carga. O teste de resistência à tração diametral é aplicado para testar a resistência de materiais mais frágeis como os CIVs, aplicando-se uma força de compressão que age lateralmente tracionando o material (WANG *et al.*, 2003).

Neste estudo, o CIV convencional apresentou maior resistência comparativamente aos produtos especialmente formulados para o tratamento da ART. Em relação aos resultados obtidos, seria esperado que os CIVs desenvolvidos para a técnica do ART fossem superiores ao convencional, principalmente em se tratando do Fuji IX e Ketac Molar, por se tratarem de ionômeros de alta viscosidade desenvolvidos especificamente para a técnica do ART (GUGGENBERGER; MAY; STEFAN, 1998). Todavia, atribui-se este resultado ao fato de que o teste de RTD mensura a resistência coesiva do material e como os ionômeros indicados para o ART são mais friáveis do que os convencionais a fratura ocorreria mais rapidamente (BRESCIANI *et al.*, 2004; CEFALY *et al.*, 2003;).

Os resultados encontrados por Bresciani *et al.* (2004) corroboram os encontrados neste estudo, com valores médios de RTD de 6,58; 9,43 e 11,96 MPa para Bioglass R, Vitromolar e Fuji IX, respectivamente. Cefaly *et al.* (2003) em estudo laboratorial também encontraram valores médios similares para os materiais Fuji IX e Ketac Molar.

A semelhança destes resultados confirma esta propriedade mecânica. Apesar de não se apresentarem superiores aos sistemas convencionais vêm demonstrando resultados clínicos adequados (CEFALY *et al.*, 2005; SOUSA *et al.*, 2003;). Há de se considerar, todavia, que estes acompanhamentos correspondem à longevidade inferior a um ano. Em avaliação clínica mais prolongada, autores como Wang *et al.* (2004) encontraram menor índice de sucesso em restaurações classe I após três anos em população de alto índice de CPOD. Em avaliações similares, os autores encontraram resultados também satisfatórios, porém em popula-

ções com baixo índice CPOD (FRENCKEN *et al.*, 1998; PHANTUMVANIT *et al.* 1996).

Diante destes comportamentos, autores como Cefaly *et al.* (2005) vêm acompanhando restaurações realizadas sob a abordagem da ART em cavidades envolvendo mais de uma superfície, ou seja, sujeitas a maiores esforços mastigatórios. Estes autores têm encontrado resultados satisfatórios.

Baseado em nosso estudo e no relato da revisão de literatura, podemos sugerir que o valor de resistência mecânica não deve ser o único fator considerado na indicação de um produto, mas deve ser avaliado em um cenário que envolve outros fatores comprometidos. Desta forma, as propriedades anticariogênicas e de selamento marginal devem ser associados para se obter resultados promissores.

#### 5 Conclusão

Os cimentos de ionômero de vidro para ART não foram mais resistentes que o convencional.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem os fabricantes 3M ESPE, DFL e Vigodent pela doação de materiais.

#### Referências

- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, Specification n 66 for dental glass ionomer cements. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. *J Am Dent Assoc*, v. 119, n. 1, p. 205, Jul. 1989.
- BRESCIANI, E. et al. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci.*, v. 12, n. 4, p. 344-348, Oct./Dec. 2004.
- CEFALY, D.F.G. et al. Clinical evaluation of multisurface ART restorations. *J Appl Oral Sci*, v. 13, n. 1, p. 15-19, Jan./Mar. 2005.
- \_\_\_\_\_ et al. Diametral tensile strength and water sorption of glass-ionomer cements used in Atraumatic Restorative Treatment. *J Appl Oral Sci*, v. 11, n. 2, p. 96-101, Apr./June 2003.
- EWOLDSEN, N.; COVEY, D.; LAVIN, M. The physical and adhesive properties of dental cements used for atraumatic restorative treatment. *Spec Care Dentist*, v. 17, n. 1, p. 19-24, Jan./Feb. 1997.
- FRENCKEN, J.E.; HOLMGREN, C.J. Atraumatic Restorative Treatment for dental caries. Nijmegen: STI book, 1999. 99p.
- \_\_\_\_\_. et al. Three-year survival of one-surface ART restorations and glass-ionomer sealants in a school oral health programme in Zimbabwe. *Caries Res.*, v. 32, n. 2, p. 119-26, 1998.
- GAO, W.; SMALES, R.J.; GALE, M.S. Fluoride release/uptake from newer glass-ionomer cements used with the ART approach. *Am J Dent.*, v. 13, n. 4, p. 201-204, Aug. 2000.

- GLADYS, S. et al. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J. Dent. Res.*, v. 76, n. 4, p. 883-894, Apr. 1997.
- GUGGENBERGER R.; MAY R., STEFAN K.P. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials*, v. 19, n. 6, p. 479-83, Mar. 1998.
- HOSOYA, Y.; GARCIA-GODOY, F. Bonding mechanism of Ketac-Molar Aplicap and Fuji IX GP to enamel and dentin. *Am J Dent.*, v. 11, n. 5, p. 235-9, Oct. 1998.
- NAVARRO, M.F.L.; PASCOTTO, R.C. Cimentos de ionômero de vidro. In: \_\_\_\_\_. *Cimentos de ionômero de vidro: aplicações clínicas em Odontologia*. São Paulo: Artes Médicas, 1998. p. 3-24.
- PHANTUMVANIT, P. et al. Atraumatic restorative treatment (ART): a three-year community field trial in Thailand - survival of one-surface restorations in the permanent dentition. *J Public Health Dent.*, v. 56, n. 3, p. 141-5, 1996.
- PLATT, J.A.; RHODES, B. Microleakage of high-strength glass ionomer: resin composite restorations in minimally invasive treatment. *J Indiana Dent Assoc.*, v. 80, n. 4, p. 20-2, 2002.
- SMALES, R.J.; GAO, W. In vitro caries inhibition at the enamel margins of glass ionomer restoratives developed for the ART approach. *J Dent.*, v. 28, n. 4, p. 249-56, May 2000.
- SOUZA, E.M. et al. Clinical evaluation of the ART technique using high density and resin-modified glass ionomer cements. *Oral Health Prev Dent.*, v. 1, n. 3, p. 201-207, 2003.
- WANG, L et al. Evaluation of Class I ART restorations in Brazilian schoolchildren: three-year results. *Spec Care Dentist.*, v. 24, n. 1, p. 28-33, Jan./Feb. 2004.
- \_\_\_\_\_. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *J Appl Oral Sci.*, v. 11, n. 3, p. 162-167, 2003.
- WHO 8 – 7 April 1994. Revolutionary new procedure for treating dental caries. 1994. Disponível em :<<http://www.who.int/archives/inf-pr-1994/pr94-28.html>>.
- XIE D. et al. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.*, v. 16, n. 2, p. 129-38, Mar. 2000.
- YIP, H.K. et al. Comparison of atraumatic restorative treatment and conventional cavity preparations for glass-ionomer restorations in primary molars: one-year results. *Quintessence Int.*, v. 33, n. 1, p. 17-21, Jan. 2002.
- \_\_\_\_\_. Selection of restorative materials for the atraumatic restorative treatment (ART) approach: a review. *Spec Care Dentist.*, v. 21, n. 6, p. 216-221, Nov./Dec. 2001.

---

**Linda Wang\***

Mestre e Doutora em Dentística pela Universidade de São Paulo (FOB - USP). Docente do Mestrado em Odontologia pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

e-mail: <wang.linda@uol.com.br>

**Daniela Francisca Gigo Cefaly**

Mestre e Doutora em Dentística. Docente do Mestrado em Odontologia pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

**Terezinha de Jesus Esteves Barata**

Mestre e Doutora em Dentística pela Universidade de São Paulo (FOB - USP). Docente do Mestrado em Odontologia pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

**Jean Rodrigo dos Santos**

Graduado em Odontologia e especializado em Dentística pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

**Janaína Lima dos Santos**

Graduado em Odontologia pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

**Sarah Eliza Cassaro**

Graduado em Odontologia pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

\* **Endereço para correspondência:**

Av. Inglaterra, 770. Apto 802 – CEP 86046-000 – Londrina, Paraná, Brasil.

---

