

## Cimento de ionômero de vidro: efeitos de diferentes períodos de tempo sobre a resistência à tração diametral

Tamiris Carolina da Silva, Camila Rodrigues dos Santos, Amanda Pedrosa Oliveira, Rodrigo Borges Fonseca, Terezinha Jesus Esteves Barata

Faculdade de Odontologia, Universidade de Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar a resistência à tração diametral (RTD) de um Cimento de Ionômero de Vidro (CIV) convencional em diferentes períodos de tempo de armazenamento. **Métodos:** Os corpos-de-prova para o teste de RTD foram confeccionados em matrizes de aço inoxidável (6,0±0,1 mm de diâmetro e 3,0±0,1 mm de altura), de acordo com a Especificação nº 9917 da ISO para CIV, utilizando o sistema de proporcionamento em volume do CIV pó-líquido (colher dosadora: gota). Em seguida, os corpos-de-prova foram armazenados em recipientes plásticos, contendo água destilada e mantidos em estufa a 37°C e 100% de umidade, até a realização dos testes mecânicos após 1 hora, 24 horas e 7 dias, em uma máquina de testes universal (Instron Corp., EUA) a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA a um critério, seguido pelo teste de múltipla comparação de médias Tukey, com nível de significância de 0,05 (P<0,05). **Resultados:** A análise dos dados revelou um aumento da RTD em função do período de tempo de armazenamento 1 hora < 24 horas < 7 dias. Diferença estatisticamente significativa foi observada apenas para o período de armazenamento de 1 hora e 7 dias (P=0,024). **Conclusão:** O aumento da RTD do CIV foi dependente do seu período de tempo de armazenamento.

**Palavras-chave:** pesquisa em Odontologia, cimentos de ionômero de vidro, resistência mecânica, resistência à tração diametral.

### Introdução

Os Cimentos de Ionômero de Vidro (CIVs) representam a categoria de materiais odontológicos mais versáteis e de ampla indicação clínica, a qual inclui: procedimentos de cimentação de elementos protéticos, dispositivos ortodônticos e obturação endodôntica; bem como procedimentos restauradores, núcleos de preenchimento, forramento, base e selamento de cicatrículas e fissuras, adequação do meio bucal, procedimentos restauradores diretos conservadores em dentes decíduos e permanentes e proteção do complexo dentinopulpar<sup>1-3</sup>.

Vale ressaltar que a ampla indicação clínica é atribuída às suas vantajosas propriedades, dentre as quais: adesividade à estrutura dentária, biocompatibilidade, liberação de flúor e coeficiente de expansão térmica similar ao da dentina<sup>1,4</sup>.

No entanto, apesar das propriedades vantajosas, os CIVs apresentam pontos críticos, como o prolongado tempo de presa, a sensibilidade à umidade, a estética, a resistência mecânica insatisfatória em áreas de esforços mastigatórios e a inadequada rugosidade superficial<sup>1,2,5,6</sup>.

Com o intuito de minimização dos pontos citados, a composição dos CIVs vem sendo aprimorada<sup>7</sup>, como também indicada à proteção superficial dos ionômeros para os procedimentos restauradores e de selamento, por se tratarem de materiais altamente sensíveis à sinérese e embebição<sup>1</sup>.

Neste contexto, Xie et al.<sup>8</sup> (2000) ainda demonstram que a resistência mecânica dos CIVs encontra-se relacionadas diretamente à sua estrutura interna. Estes autores reportam que integridade da interface entre as partículas de vidro e a matrix polimérica, o tamanho das partículas e a presença de porosidades são características relevantes, uma vez que apresentam importante papel na determinação da resistência mecânica dos CIVs<sup>8</sup>. A incorporação de porosidades aos CIVs pode ocorrer não só durante o procedimento de inserção do material, mas também durante sua manipulação<sup>5,8,9</sup>. A presença de porosidades nos CIVs influencia diretamente na resistência mecânica destes materiais, de acordo com sua quantidade e distribuição na superfície e/ou no interior do material<sup>8,10</sup>. Isto ocorre, porque as porosidades geram pontos de estresse

local, como também representam pontos de propagação de micro-fraturas, as quais diminuem a resistência dos CIVs por resultarem em fraturas parciais ou totais do material<sup>8,10</sup>.

Por conseguinte, tornar-se-á relevante avaliar o efeito de diferentes períodos de tempo de armazenamento sobre a Resistência Mecânica de CIVs, uma vez que se trata de importante propriedade dos materiais restauradores, particularmente no processo de mastigação<sup>11</sup>. Assim sendo, o presente estudo objetivou avaliar dentre as propriedades mecânicas a Resistência à Tração Diametral (RTD) do CIV convencional quanto à influência de diferentes períodos de tempo de armazenamento.

### Material e métodos

A tabela 1 apresenta a descrição técnica do Cimento de Ionômero de Vidro Convencional testado.

Cinco corpos-de-prova para cada período de tempo de armazenamento a ser estudado (1 hora, 24 horas e 7 dias) foram confeccionados, em matrizes de aço inoxidável com  $6\pm 0,1$  mm de diâmetro e  $3\pm 0,1$  mm de altura<sup>12</sup>.

Os procedimentos para confecção dos corpos-de-prova foram realizados em um laboratório de pesquisas com temperatura ambiente controlada em  $23\pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $50\pm 5\%$ <sup>12</sup>.

A confecção dos corpos-de-prova foi realizada por dois operadores devidamente treinados e calibrados, sendo um operador responsável pelo proporcionamento do CIV e o segundo operador responsável por sua manipulação e inserção na matriz. O proporcionamento do CIV foi realizado de acordo com orientações do fabricante em volume utilizando a colher dosadora e o conta-gotas ambos fornecidos na própria embalagem do material. Após proporcionado e manipulado o CIV foi inserido na matriz de aço previamente

vaselinada (Vaselina sólida, Rioquímica Indústria Farmacêutica, São José do Rio Preto, SP, Brasil) com auxílio de uma seringa de inserção (Centrix, Shelton, CT, USA). Imediatamente, em seguida, a inserção do CIV uma tira de poliéster (TDV Dental, São Paulo, SP, Brasil) foi posicionada sobre o CIV e, sobre este foi posicionada uma lamínula de vidro (Glasstécnica, São Paulo, SP, Brasil).

Sobre a lamínula de vidro um peso de 250 gramas foi colocado com finalidade de padronizar a pressão exercida. Após 2 minutos do início da manipulação, o conjunto matriz/corpo-de-prova foi levado à estufa a  $37\pm 1^\circ\text{C}$  até que fossem completados 15 minutos do início da manipulação.

O corpo-de-prova foi, então, cuidadosamente removido da matriz e colocado em recipiente plástico individual contendo água destilada. Os corpos-de-prova permaneceram na estufa (Mettler Toledo, Sanford, USA) até o momento da realização dos testes mecânicos.

Os testes mecânicos de RTD foram realizados em uma Máquina de Ensaio (Instron 4411; Instron Testing Instruments, Canton, MA, USA) a uma velocidade de deslocamento de 0,5 mm/min, nos períodos de armazenamento de 1 hora, 24 horas e 7 dias, contados a partir do início da manipulação, por um operador devidamente treinado.

Os dados obtidos foram submetidos aos seguintes testes estatísticos: análise descritiva, normalidade dos dados e análise de variância a um critério (ANOVA) seguido pelo teste de múltipla comparação de médias Tukey. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS 11.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), com nível de significância de 0,05 ( $P < 0,05$ ).

### Resultados

O teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov sugeriu uma distribuição normal dos resultados ( $P > 0,05$ ). Os resultados do teste es-

Tabela 1: Descrição técnica do Cimento de Ionômero de Vidro testado.

<b>Cimento de Ionômero de Vidro</b>	
<b>Classificação</b>	Convencional
<b>Nome Comercial</b>	Riva Self Cure
<b>Fabricante/País</b>	SDI Limited / Victoria, Austrália
<b>Sistema de apresentação</b>	pó:líquido
<b>Cor</b>	A2
<b>Lote</b>	110820V
<b>Validade</b>	08/2014
<b>Inscrição ANVISA</b>	10282490015
<b>Composição</b>	Vidro de Estrôncio 70%; Ácido Poliacrílico: 17%; Ácido Tartárico 3%; Água 10% e Pigmento<0,5%

Tabela 2: Resistência à Tração Diametral (média em MPa±desvio-padrão) em função dos diferentes períodos de tempo de armazenamento\*.

CIV - Convencional	<b>Resistência à Tração Diametral</b>		
	MPa ± desvio padrão		
	<b>1 hora</b>	<b>24 horas</b>	<b>7 dias</b>
Sistema de Proporcionamento em volume (colher dosadora:gota)	5,58 ±0,95 <sup>a</sup>	6,42±1,78 <sup>a,b</sup>	9,38±2,71 <sup>b</sup>

\*Testes estatísticos: ANOVA a um critério e Tukey (P<0,05).\*Letras comparam entre si os três períodos de tempo de armazenamento.

tatístico ANOVA a um critério indicaram que o tempo de armazenamento (P<0,0001) representa um fator preditor significativo da RTD. A média e o desvio-padrão da Resistência à Tração Diametral em função dos períodos de armazenamento são apresentados na tabela 2.

A análise dos dados observou um aumento da RTD em função dos diferentes períodos de tempo de armazenamento: 1 hora < 24 horas < 7 dias.

Diferença estatisticamente significativa foi observada para o sistema de proporcionalamento em volume (colher dosadora: gota) testado x tempo de armazenamento (P=0,023). Nesta avaliação o teste de Tukey revelou diferença estatisticamente significativa apenas entre o período de armazenamento de 1 hora e 7 dias (P=0,024), enquanto entre o período de 1 hora e 24 horas (P=0,078), bem como entre 24 horas e 7 dias (P=0,080) não foram observadas diferença estatisticamente significantes.

## Discussão

No presente estudo observou-se um aumento crescente da resistência à tração diametral do CIV convencional testado conforme o aumento do período de tempo de armazenamento (1 hora < 24 horas < 7 dias).

Este resultado está de acordo com Barata et al.<sup>13</sup> (2008) e Bresciani et al.<sup>14</sup> (2008) que compararam a resistência mecânica (compressão e tração diametral) de CIVs restauradores nos mesmos períodos de armazenamento do presente estudo. Enquanto, no estudo de Cefaly et al.<sup>15</sup> (2003), os autores não observaram aumento estatisticamente significativo da RTD em função do período de armazenamento (1 hora, 24 horas e 7 dias) para o CIV- modificado por resina para cimentação (ProTec Cem/Vivadent). Em contrapartida, os mesmos autores constataram resultados similares ao do presente estudo,

quanto ao período de armazenamento para os CIVs restauradores<sup>15</sup>. Isto pode ser atribuído ao tipo de reação de presa dos CIVs-modificados por resina para cimentação.

Vale ressaltar ainda neste contexto, que a reação de presa dos CIVs convencionais é do tipo ácido-base e se inicia a partir da aglutinação do pó e do líquido para a formação de um sal de hidrogel, que atua como matriz de ligação<sup>1</sup>. Esta reação é dividida em estágios: deslocamento de íons, formação da matriz de poliácidos, formação do gel de sílica e incorporação do vidro à matriz. Desta forma, o processo de maturação dos CIVs é gradual e ocorre principalmente nas primeiras 24 horas após a manipulação. Estas reações são contínuas e ocasionam o aumento de suas propriedades mecânicas<sup>1</sup>.

Desta forma, pode-se conjecturar que este foi o motivo pelo qual não foi observada diferença estatística no período de armazenamento entre 1 hora e 24 horas. Todavia observou-se ao comparar o período de 1 hora e 7 dias diferença estatística.

Por outro lado, Bresciani et al.<sup>14</sup> (2008) reportaram que os CIVs convencionais (Bioglass R/Biodinamica e Vitro Molar/DFL) não apresentaram diferença estatísticas significantes entre os três períodos analisados (1 hora, 24 horas e 7 dias). Todavia, os mesmos autores observaram diferença estatisticamente significativa entre o período de 1 hora e 24 horas para o CIV de alta viscosidade testado (Fuji IX/ GC Corporation). Estes resultados podem ser atribuídos à diferença entre a reação de presa dos CIV convencionais e de alta viscosidade/resistência.

O desenvolvimento dos CIVs de alta viscosidade/resistência partiu do pressuposto de que o aumento da proporção pó-líquido, bem como da concentração e peso molecular dos poliácidos, conduziria ao aumento de suas propriedades mecânicas<sup>16</sup>. Nomoto et al.<sup>10</sup> (2004) acrescentam que

ocorreu uma redução do tamanho médio das partículas desses CIVs e, conseqüentemente, sua melhor distribuição dentro da matriz permitiram também melhoramento de suas propriedades, bem como da textura superficial mais densa, com menor número e quantidade de porosidades<sup>10</sup>. Por isto, a maior resistência observada por Bresciani et al.<sup>14</sup> (2008) no período inicial de presa comparativamente aos CIVs convencionais.

Sob este contexto deve-se ressaltar o trabalho de Navarro et al.<sup>3</sup> (2010). Estes autores acrescentam ainda que nos CIVs com proporcionamento em volume (sistema pó:líquido) a adição insuficiente de pó durante seu proporcionamento poderá resultar em uma consistência fluida, o que aumenta sua solubilidade, e diminui a resistência mecânica<sup>3</sup>. Os mesmos autores também alertam que a adição em excesso de pó durante o proporcionamento dos ionômeros ocasionará menor tempo de trabalho e de presa, conseqüentemente diminuição da adesividade e redução em sua translucidez<sup>3</sup>. Adicionalmente, variações no proporcionamento da quantidade de líquido durante a manipulação dos CIVs também ocasionará prejuízos às propriedades do material<sup>13</sup>.

## Conclusões

O aumento da RTD do CIV-C restaurador testado foi dependente do tempo de armazenamento (1 hora < 24 horas < 7 dias).

## Referências

1. Fagundes TC, Bresciani E, Barata TJE. Cimentos de Ionômero de Vidro: evolução do material e aplicações clínicas. In: Pedrosa SF, Pereira, SC, Masioli MA. (Org.). Pro-odonto Estética. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed/Panamericana, 2012: 129-96.
2. Tyas MJ. Clinical evaluation of glass-ionomer cement restorations. J Appl Oral Sci. 2006;14 Suppl:10-3.
3. Navarro MFL. et al. Tratamiento Restaurador Atraumático: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. In: Bordoni N, Escobar-Rojas A, Castillo-Mercado R. Odontología Pediátrica: la salud bucal del

niño y el adolescente en el mundo actual, 1ª ed. Barcelona:Panamericana, 2010. p. 375-96.

4. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)*. 2013 Jul;10(4):411-20.

5. Esteves Barata TJ, Bresciani E, Cestari Fagundes T, Gigo Cefaly DF, Pereira Lauris JR, Lima Navarro MF. Fracture resistance of Class II glass-ionomer cement restorations. *Am J Dent*. 2008 Jun;21(3):163-7.

6. Cefaly DFG, Franco EB, Mondelli RFL, Francisconi PAS, Navarro MFL. Diametral tensile strength and water sorption of glass-ionomer cements used in Atraumatic Restorative Treatment. *J. Appl. Oral Sci*. 2003;11(2):96-101.

7. Vaderhobli RM. Advances in dental materials. *Dent Clin North Am*. 2011 Jul;55(3):619-25.

8. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater*. 2000 Mar;16(2):129-38.

9. Coldebella CR, Santos-Pinto L, Zuanon ACC. Effect of ultrasonic excitation on the porosity of glass ionomer cement: a scanning electron microscope evaluation. *Microsc Res Tech*. 2001;74(1):54-7.

10. Nomoto R, Komoriyama M, McCabe JF, Hirano S. Effect of mixing method on the porosity of encapsulated glass ionomer cement. *Dent Mater*. 2004

Dec;20(10):972-8.

11. Darvell BW. Mechanical testing. In: \_\_\_\_\_. *Materials Science for Dentistry*. 6th ed. Hong Kong:University of Hong Kong; 2000. p.1-18.

12. International Standard ISO 9917; 1991.

13. Barata TJE, Bresciani E, Adachi A, Fagundes TC, Carvalho CAR, Navarro MFL. Influence of ultrasonic setting on compressive and diametral tensile strengths of glass ionomer cements. *Mat. Res*. 2008 Mar;11(1):57-61.

14. Bresciani E, Barata TJE, Fagundes TC, Adachi A, Terrin MM, Navarro MFL. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *JMID*. 2008;1(2): 102-11.

15. Cefaly DF, Franco EB, Mondelli RF, Francisconi PA, Navarro MF. Diametral tensile strength and water sorption of glass-ionomer cements used in Atraumatic Restorative Treatment. *J Appl Oral Sci*. 2003 Jun;11(2):96-101.

16. Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials*. 1998 Mar;19(6):479-83.

Recebido em : 19/08/2013

Aprovado em: 20/09/2013

Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

---

#### Endereço de correspondência:

Terezinha Jesus Esteves Barata

Avenida Universitária, esquina com 1.ª Avenida, s/n, Setor Universitário

CEP 74605-220 – Goiânia – GO – Brasil

Telefone: (62) 3209-6068

Fax: (62) 3209-6051

E-mail: terezinhabarata@yahoo.com.br

---

## Glass ionomer cement: effect of different time periods on the diametral tensile strength

### Abstract

Objective: To evaluate the conservation status and power density of the light-curing units available at the School Objective: To evaluate the Diametral Tensile Strength (DTS) of conventional glass ionomer cement in different periods of time. Methods: The specimens to the RTD test arrays were fabricated in stainless (6.0mm diameter x 3.0mm height) according to specification #9917 ISO. The system of proportioning GIC-C powder-liquid dosage (flat scoop: drop) was tested. The specimens were stored in plastic containers distilled water at 37° C and 100% of humidity in a stove until testing: 1 hour, 24 hours and 7 days. The specimens were tested in a testing machine (Instron Corp., EUA) at a crosshead speed of 0.5 mm/min for the DTS test until failure occurred. The data were submitted to one-way ANOVA and Tukey tests ( $P < 0.05$ ). Results: The conventional GICs tested presented increase in DTS in the different periods of time 1 hour, 24 hours and 7 days. Significant differences were detected between the periods of time 1 hour and 7 days ( $P = 0,024$ ). Conclusion: The increase of DTS of the GICs-C was influenced by storage time.

**Keywords:** dental research, glass ionomer cement, mechanical strength, diametral tensile strength.

---