

RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO UTILIZADOS EM TRATAMENTO RESTAURADOR ATRAUMÁTICO COM ALTERAÇÃO NA PROPORÇÃO PÓ/LÍQUIDO

FLEXURAL STRENGTH OF GLASS IONOMER CEMENTS USED IN ATRAUMATIC RESTORATIVE TREATMENT WITH CHANGE IN POWDER / LIQUID RATIO

Anne Grazielle Lopes CARVALHO¹; Sérgio Lobão Veras BARROS²; Laynna Marina Santos LIMA³; Ayrton de Sá BRANDIM⁴; Marina Deus Moura LIMA⁵; Alessandro Ribeiro GONÇALVES⁶

1 - Graduação em Odontologia pela Universidade Federal do Piauí.

2 - Graduação em Odontologia pela Universidade Federal do Piauí.

3 - Mestre em Odontologia pela Universidade Federal do Piauí.

4 - Doutor em Ciências e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos. Pró-reitor de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

5 - Doutora em Patologia Bucal pela Faculdade de Odontologia da USP. Professora do Departamento de Patologia e Clínica Odontológica da Universidade Federal do Piauí.

6 - Doutor em Reabilitação Oral pela Faculdade de Odontologia de Araraquara (UNESP). Professor do Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Federal do Piauí.

RESUMO

Objetivo: Avaliar se a alteração na proporção pó/líquido de cimento de ionômero de vidro nacional indicado para ART (Vitro Molar), proporciona melhorias na resistência à flexão comparando-o ao cimento importado, Fuji IX, considerado atualmente o padrão ouro no mercado. Material e método: Foram confeccionados 30 corpos de prova, divididos igualmente entre três grupos (G1 = Vitro Molar, manipulado conforme orientação do fabricante com proporção pó/líquido (1/1); G2 = Vitro Molar com proporção pó/líquido aumentada em 50 % (1,5/1) e G3 = Fuji IX, manipulado conforme orientação do fabricante. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio mecânico de resistência à flexão de três pontos (ISO 9917-2). Uma força foi aplicada no centro até a ruptura dos corpos-de-prova. Os dados foram

submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, com nível de significância de 95%. Resultado: Os resultados médios obtidos para força máxima, em MPa, foram: G1: 3,57; G2: 4,54 e G3: 6,32. Houve diferença estatística entre os grupos G1 e G3. O grupo G2 apresentou semelhança estatística quando comparado aos demais grupos. Conclusão: O Vitro Molar com proporção pó/líquido alterada não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado aos demais grupos. O cimento Fuji IX apresentou valor estatisticamente maior de resistência à flexão que o cimento Vitro Molar manipulado na proporção recomendada pelo fabricante.

PALAVRAS-CHAVE: Cimentos de ionômeros de vidro; Propriedades físicas; Tratamento dentário restaurador sem trauma.

INTRODUÇÃO

Para concretizar os atuais princípios restauradores, pautados na preservação da estrutura dentária, novas técnicas e materiais foram desenvolvidos¹. Nessa perspectiva de intervenção mínima, em meados dos anos 80, foi desenvolvida a Técnica Restauradora Atraumática (ART – do inglês Atraumatic Restorative Treatment) que surgiu da necessidade de se encontrar um método de inibição do processo cariioso e preservação dos dentes cariados, em pessoas de todas as idades, de comunidades carentes, onde a exodontia era o único tratamento oferecido.

A ART dispensa o uso de anestesia e equipamentos sofisticados, além de causar pouco desconforto para o paciente quando comparada às técnicas restauradoras convencionais¹. A técnica baseia-se na escavação e remoção do tecido cariado com a utilização de instrumentos de corte manuais e vedamento com cimento

de ionômero de vidro. Dessa forma, a ART apresenta o custo operacional baixo, representando recurso para ampliação de acesso a tratamento, especialmente para as populações carentes, além de possibilitar uso em escolas, casas de idosos e residências particulares¹⁻⁴.

Originalmente a ART indica, além do uso de instrumentos manuais, a utilização de cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade para selamento de cavidades oclusais com profundidade média ou rasa³. Nesse contexto, o cimento de ionômero de vidro (CIV) é um material em destaque na Odontologia de mínima intervenção, sendo eleito como material restaurador para a ART, pois apresenta propriedades físicas e biológicas favoráveis, que não eram obtidas com outros materiais⁵.

O cimento de ionômero de vidro foi introduzido na Odontologia há mais de 40 anos⁶. Com diversas formulações, o CIV pode ser: convencional, anidro, reforçado com partículas metálicas,

modificados por resina ou de alta viscosidade⁷. Dentre tais modalidades, o CIV de alta viscosidade apresenta boas propriedades mecânicas, sendo desenvolvido especialmente para utilização em ART⁸. No entanto, apesar das diversas características benéficas dos CIV, como biocompatibilidade, ação anticariogênica (devido à liberação de flúor), coeficiente de expansão térmica linear semelhante à dentina e aderência à estrutura dental, eles apresentam desvantagens como baixa resistência mecânica e dureza, que ainda representam desafio^{9,10}. Restaurações em dentes posteriores são submetidas a forças intensas e precisam ter não só resistência mecânica ao impacto do dente antagonista como não devem sofrer desgaste excessivo, o que ocorre em materiais de baixa dureza superficial¹¹.

Devido ao alto custo dos CIV importados indicados para a ART, no Brasil foram desenvolvidos CIV alternativos, porém esses cimentos apresentam propriedades mecânicas inferiores e alta fluidez, o que dificulta a inserção do material na cavidade a ser restaurada¹². Dessa forma, torna-se necessário, o aperfeiçoamento da técnica de manipulação para aumentar a sobrevivência das restaurações realizadas pelo sistema público de saúde. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência à flexão de cimento de ionômero de vidro nacional indicado para a ART com modificação da proporção pó/líquido do material restaurador.

MATERIAL E MÉTODO

Delimitação

Trata-se de pesquisa do tipo experimental quantitativa.

Grupos e corpos de prova

Os materiais restauradores testados nesse estudo foram o cimento de ionômero de vidro restaurador Vitro Molar (DFL Indústria e Comércio AS, Rio de Janeiro - Brasil) e Fuji IX, comercializado no Brasil como Gold Label 9 (GC Corporation, Tóquio - Japão). Foram preparados 30 corpos-de-prova divididos em três grupos. Para a confecção dos corpos de prova foi utilizada uma matriz bipartida de teflon produzindo um corpo de prova de dimensões de 25mm de comprimento, 2 mm de largura e 2 mm de altura.

O Grupo 1 (G1) foi formado por 10 corpos-de-prova preparados com cimento Vitro Molar, seguindo as recomendações do fabricante, que orienta proporção de 1 medida de pó para 1 gota de líquido. A manipulação do material foi realizada com auxílio de espátula de manipulação e placa de vidro por 45 segundos. O pó foi agregado ao líquido em duas etapas, sendo inicialmente aglutinada metade do pó e a segunda após a completa homogeneização da primeira. O material restaurador foi aplicado com auxílio de uma espátula de manipulação em incremento único no interior da matriz que, por sua vez, esteve interposta entre tira de poliéster (Quimidrol, Santa Catarina - Brasil) e lâminas de vidro durante 10 minutos. O posicionamento dessas lâminas e matriz teve como objetivo a eliminação de excessos e planificação da superfície.

Os 10 corpos de prova do Grupo 2 (G2) foram confeccionados da mesma forma que o G1, utilizando uma proporção de 3 medidas de pó para duas gotas de líquido, que representou um incremento de 50% de pó em relação ao grupo 1, a fim de aumentar a viscosidade do material restaurador. O Grupo 3 (G3) foi composto de 10 amostras preparadas da mesma forma que

o G1, mas utilizando o cimento de ionômero de vidro Fuji IX de acordo com as recomendações do fabricante (1 medida do pó para 1 gota do líquido). Esse grupo foi incluído como controle positivo em virtude de já ser consagrado mundialmente para utilização em ART. Os excessos de material nos cantos das amostras foram removidos com uma lâmina de bisturi N° 15 e, em seguida, os corpos de prova foram armazenados individualmente em solução oleosa (Vaselina Líquida, Merck Brasil S.A., São Paulo) a $37 \pm 1^\circ \text{C}$, com o objetivo de simular a proteção da restauração em relação a umidade da cavidade bucal do paciente (37°), com um verniz ou vaselina, durante o período inicial de presa do material^{13,14}.

Ensaio mecânico

Após o período de sete dias, as amostras foram submetidas ao ensaio mecânico de resistência à flexão de três pontos (ISO 9917-2). Os corpos de prova foram posicionados sobre um dispositivo acoplado à Máquina universal de Ensaio Emic DL30000N (Paraná - Brasil), no qual os pontos de apoio foram formados por dois cilindros com 1,6 mm de diâmetro, localizados paralelamente à distância de 20 mm entre seus centros. O terceiro ponto, responsável pela aplicação da carga, foi centralizado e paralelo aos demais. Uma carga crescente a partir de zero, com uma velocidade constante de 01 mm/min foi aplicada no centro até a ruptura do corpo de prova. O valor da resistência à flexão foi expresso em Mpa e foi calculado através da fórmula: $\sigma = 3F/2bh^2$; onde σ é a resistência à flexão, l é a distância entre os suportes, b é a largura do corpo de prova, e F é a carga máxima no ponto de fratura^{15,16}.

A largura e a altura dos corpos de prova foram medidas imediatamente antes do teste com paquímetro digital Mitutoyo (Mitutoyo - Kawasaki, Japão).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a coleta, os dados foram tabulados e analisados no software estatístico SPSS® para Windows, versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago - USA). Utilizou-se a análise univariada através da estatística descritiva para apresentar os dados por meio de médias, intervalos de confiança, desvio padrão, erro padrão, mínimos e máximos. Inicialmente, verificou-se a normalidade das variáveis através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Para comparar os grupos utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) e pós-teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 95% e a análise estatística foi considerada significativa quando $P < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados médios obtidos para força máxima, em MPa, foram: G1: 3,57; G2: 4,54 e G3: 6,32. Houve diferença estatística entre os grupos G1 e G3. O grupo G2 apresentou semelhança estatística quando comparado aos demais grupos (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação entre as médias e desvio padrão (D.P) do ensaio de resistência à flexão de três pontos dos grupos dos cimentos ionômero de vidro (MPa).

Força Máxima MPa	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	P*
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	
	3,57(1,73) ^a	4,54(2,65) ^{ab}	6,32(1,16) ^b	<0,005

Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferença significativa pelo Post hoc Tukey após ANOVA ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

O cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade foi desenvolvido objetivando melhora de suas propriedades mecânicas. Este material apresenta partículas de pó de menores dimensões, tornando-o mais denso que o CIV convencional, o que facilita sua inserção na cavidade. O Fuji IX e o Vitro Molar são marcas comerciais desse tipo de cimento¹³. O CIV Vitro Molar, de acordo com o fabricante, contém no pó: Óxido de Ferro, Silicato de Flúor, Bário, Alumínio e Ácido Poliacrílico. Dentre tais componentes, estes três últimos são responsáveis por conferir resistência ao CIV^{13,15,17}.

O CIV apresenta sensibilidade a modificações na dosagem e técnica de manipulação, portanto as recomendações do fabricante devem ser seguidas para que sejam asseguradas as propriedades esperadas¹⁸. Entretanto, alterações nas proporções podem resultar na obtenção de características clínicas mais vantajosas. Neste contexto, existem três modos de melhoramento das propriedades físicas do ionômero, quais sejam: adição de ácido poliacrílico no pó, redução do tamanho das partículas de vidro e distribuição mais heterogênea dessas partículas, permitindo assim maior incorporação de carga, aumento da proporção pó/líquido e aceleração da reação de presa^{17,19}.

A alteração da proporção pó/líquido, como usada nesse trabalho, interferiu diretamente nas características de manipulação do material. Quando foi aumentada, o CIV da marca Vitro Molar se tornou mais viscoso, facilitando a inserção na matriz. Porém, a mudança na viscosidade ocasionou maior dificuldade na espatulação do material, exigindo maior agilidade do operador. Entretanto, esse aumento de tempo não ultrapassou o tempo de espatulação máximo que, segundo Anusavice¹⁵ (2005), não deve transpor o período de 45 a 60 segundos.

A resistência de um material à flexão corresponde à sua capacidade de resistir ao dobramento. O trabalho de Bonifácio et al.¹³ (2009) encontrou uma forte relação entre a resistência flexural e a quantidade de desgaste do material a longo prazo, sendo quanto maior a resistência menor desgaste. Isso reforça a importância do teste de resistência à flexão.

A opção por armazenar o corpos de prova em vaselina líquida segue metodologia sugerida por outros trabalhos na literatura^{13,14} e está baseado no fato de a reação de presa ser um processo que continua após a presa inicial, confirmado pela melhora das características mecânicas do cimento com o tempo. Entretanto, a exposição prematura do cimento a umidade, causa aumento de volume, enfraquecimento e perda de íons, enquanto a perda de água causa contração e formação de trincas²⁰. As características mecânicas do ionômero de vidro podem ser influenciadas ao longo do tempo. Assim os ensaios mecânicos só foram realizados com 7 dias, ideia reforçada pelo trabalho de Barandehfard et al.²¹ (2016), que observou um aumento significativo da resistência à compressão e à tensão diametral dos cimentos de ionômero de vidro testados entre o período de 24 horas e 7 dias, mas após esse período os valores se mantiveram até o período de 28 dias praticamente inalterados.

Outro importante parâmetro proporcionado pela resistência à flexão é o módulo de elasticidade, que descreve a rigidez do material. Cavidades Classe V, por exemplo, demandam um baixo módulo do material restaurador para que este flexione junto com a estrutura dental. Um módulo de elasticidade relativamente

alto, por outro lado, é esperado para restaurações Classe I em dentes posteriores a fim de resistir às forças oclusais e manter a sua união ao dente²².

Constatou-se, através do ensaio de resistência à flexão de três pontos, que o grupo G2 (Vidro Molar com proporção pó/líquido alterada) não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos. No entanto, exibiu maior média de resistência que o grupo G1 (Vidro Molar), o que corrobora os achados de Cefaly et al.²³ (2003), que perceberam um incremento nas propriedades mecânicas do CIV, com o aumento da proporção pó/líquido.

O resultado do trabalho condiz com dados encontrados na literatura, em que o Fuji IX (G3) apresentou melhores resultados nos testes de resistência à compressão, dureza e resistência à flexão, quando comparado com CIV Vitro Molar (G1)¹². As melhores propriedades mecânicas do Fuji IX em relação ao Vitro Molar também foram observadas por Bresciani et al.²⁴ (2004), que os testaram quanto à resistência à compressão e à tração diametral, em três intervalos de tempo: 1 hora, 24 horas e 7 dias. Neste trabalho verificou-se diferença estatisticamente significativa entre Vitro Molar e Fuji IX, no parâmetro resistência à compressão, no intervalo de 1 hora.

O aumento da proporção pó/líquido do Vitro Molar (G2) resultou em semelhança estatística tanto em relação aos demais grupos. Possivelmente, devido ao aumento da viscosidade, pela adição do Silicato, Alumínio e Ácido Poliacrílico, que são componentes responsáveis pela resistência do material. Apesar de não haver diferença estatística em relação ao G1 (Vidro Molar – proporção do fabricante), esses resultados são favoráveis, já que a alteração na proporção pó/líquido não trouxe prejuízo no que se refere à resistência à flexão e sim aumentaram a ponto de se tornar estatisticamente semelhante ao G3. O principal benefício clínico dessa técnica é facilitar a inserção do Vitro Molar nas cavidades a serem tratadas, já que, há um aumento na viscosidade desse material, facilita o trabalho do cirurgião-dentista quando comparada a proporção convencional. Dessa forma, há uma melhora na manipulação, mas sem comprometer a resistência à flexão. As limitações desse estudo estão relacionadas ao teste de flexão ser um ensaio laboratorial realizado em condições controladas que podem diferir em alguns aspectos às condições encontradas no meio bucal.

Dentro da mesma linha de pesquisa, a alteração da proporção recomendada pelo fabricante resultou um aumento significativo da dureza superficial¹⁴, mas para que se possa indicar essa alteração de técnica, são necessários estudos complementares tais como rugosidade superficial, tração diametral, resistência à tração e resistência de união à dentina.

CONCLUSÃO

O Vitro Molar com proporção pó/líquido alterada não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado aos demais grupos. O cimento Fuji IX apresentou valor estatisticamente maior de resistência à flexão que o cimento Vitro Molar manipulado na proporção recomendada pelo fabricante.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Piauí (UFPI) pelo programa de Iniciação Científica Voluntária (ICV) que possibilitou a idealização e realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal do Piauí (IFPI) pela disponibilização do espaço físico e equipamentos necessários à realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

01. Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries – a review: report of a FDI task group. *Int Dent J.* 2012; 62(5): 223-43.
02. Frencken JE. Evolution of the ART approach: highlights and achievements. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17(Suppl): 78-83.
03. Carvalho TS, Ribeiro TR, Bönecker M, Pinheiro ECM, Colares V. The atraumatic restorative treatment approach: An “atraumatic” alternative. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2009; 14(12): 668-73.
04. Kalf-Scholte SM, Van Amerongen WE, Smith AJ, Van Haastrecht HJ. Atraumatic restorative treatment (ART): a three-year clinical study in Malawi--comparison of conventional amalgam and ART restorations. *J Public Health Dent.* 2003. 63(2): 99-103.
05. Mount GJ. Clinical performance of glass-ionomers. *Biomater.* 1998; 19(6): 573-9.
06. Sidhu SK. Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Australian Dental Journal.* 2011; 56(1): 23-30.
07. Vieira IM. O cimento de ionômero de vidro na odontologia. *Rev Saúde.* 2006; 2(1): 75-84.
08. Bonifácio CC, Jager N, Kleverlaan CJ. Mechanical behavior of a bi-layer glass ionomer. *Dental Materials.* 2013; 29(10): 1020-5.
09. Moshaverinia A, Ansari S, Moshaverinia M, Roohpour N, Darr JA, Rehman I. Effects of incorporation of hydroxyapatite and fluoroapatite nanobioceramics into conventional glass ionomer cements (GIC). *Acta Biomaterialia.* 2008; 4(2): 432-40.
10. Sharafeddin F, Ghaboos SA, Jowkar Z. The effect of short polyethylene fiber with different weight percentages on diametral tensile strength of conventional and resin modified glass ionomer cements. *J Clin Exp Dent.* 2017; 9(3): e466-70.
11. Poorzandpoush K, Omrani LR, Jafarnia SH, Golkar P, Atai M. Effect of addition of Nano hydroxyapatite particles of wear of resin modified glass ionomer by tooth brushing simulation. *J Clin Exp Dent.* 2017; 9(3): e372-6.
12. Bonifácio CC, Kleverlaan CJ, Raggio DP, Werner A, Carvalho RCR, Van Amerongen, WE. Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. *Aust Dent J.* 2009; 54(3): 233-7.
13. Reis A, Loguercio AD. Materiais dentários diretos - dos fundamentos à aplicação clínica. 1. ed. São Paulo: Santos; 2009.
14. Barbosa PRR, Lopes AR, Lima LMS, Lima MDM, Brandim AS, Gonçalves AR. Surface hardness of glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. *Brasilian Research in Pediatric Dentistry and Integrated Clinic.* 2016; 16(1): 449-55.
15. Anusavice KJ. Phillips, materiais dentários. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
16. Kumar G, Shivrayan A. Comparative study of mechanical properties of direct core build-up materials. *Contemporary Clinical Dentistry.* 2015; 6(1): 16-20.
17. Frankenberger R, Sindel J, Krämer N. Viscous glass-ionomer cements: a new alternative to amalgam in the primary dentition Quintessence *Int.* 1997; 28(10): 667-76.
18. Fragnan LN, Bonini GAVC, Politano GT, Camargo LB, Imperato JCP, Raggio DP. Dureza Knoop de Três Cimentos de Ionômeros de Vidro. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr.* 2011; 11(1): 73-6.
19. Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass – ionomer chemistry. *Biomaterials.* 1998; 19(6): 479-83.
20. 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. *Materials Research.* 2008; 11(1): 57-61.
21. Barandehfard F, Kianpour Rad M, Hosseinnia A, Khoshroo K, Tahriri M, Jazayeri HE *et al.* The addition of synthesized hydroxyapatite and fluorapatite nanoparticles to a glass ionomer cement for dental restoration and its effects on mechanical properties. *Ceramics Internacional.* 2016; 42(15) 17866-17875.
22. Rodrigues Júnior SA, 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.
23. 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.
24. Bresciani E, Barata TJE, Fagundes TC, Adachi A, Terrin MM, Navarro MFL. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12(4): 344-8.

ABSTRACT

Objective: To evaluate whether the change in the proportion powder / liquid of national glass ionomer cement formulated for ART (Vitro Molar) provides improvement in flexural strength, approaching the characteristics of the imported cement (Fuji IX). **Materials and Methods:** 30 specimens were made, divided between three groups (G1 = Vitro Molar with powder / liquid ratio according to manufacturer’s directions (1/1), G2 = with Vitro Molar ratio powder / liquid raised to 50%(1,5/1) and G3 = Fuji IX as manufacturer’s guidelines), being subjected to mechanical testing flexural strength of three points (ISO 9917-2). A load was applied at the center until the specimens break. The data were submitted to ANOVA and

Tukey’s test with 95% significance level. **Result:** The average results obtained for maximum strength were: G1: 3.57; G2: 6.32 and G3: 4.54. There was statistical difference between G1 and G3. The G2 group had statistically similar results when compared to other groups. **Conclusion:** Vitro Molar with raised powder / liquid ratio did not present a statistically significant difference when compared to the other groups. The Fuji IX cement presented a statistically higher value of flexural strength than the Vitro Molar cement manipulated in the ratio recommended by the manufacturer.

KEYWORDS: Glass ionomer cements; physical properties; dental atraumatic restorative treatment.

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Alessandro Ribeiro Gonçalves

Rodovia Br 343, n° 6080, casa 12, Bairro Gurupi

Teresina – PI. CEP 64091--210

E-mail: argoncalves@yahoo.com