Comparação da resistência à compressão entre o cimento de ionômero de vidro encapsulado e o sistema pó/líquido

Comparison of compressive strength between encapsulated glass ionomer cement and powder/liquid cement system

Elizabeth Luiza Linhares da Cunha Avelino* Camila de Oliveira Picado Nogueira* André Luís Dorini** Sergei Godeiro Fernandes Rabelo Caldas*** Marília Regalado Galvão***

Resumo

Objetivo: comparar a resistência à compressão entre os cimentos de ionômero de vidro (CIVs) encapsulados (Riva self cure® e Riva light cure®) e os seus correspondentes do sistema pó/líquido (Riva self cure® e Riva light cure®). Materiais e método: para o teste de resistência à compressão, doze corpos de prova foram confeccionados para cada grupo, em matrizes de aço inoxidável $com 4,0 \text{ mm } \pm 0,1 \text{ mm } de \text{ diâmetro } e 6,0 \text{ mm } \pm 0,1$ mm de altura. Os testes foram conduzidos em máquina de ensaios universal Shimadzu®, com velocidade de deslocamento de 1,0 mm/min. Após análise, os dados foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA 2 fatores e pós-teste Tamhane. Resultados: houve diferença estatisticamente significativa (p < 0.05) apenas entre os CIVs encapsulados. As médias de resistência à compressão em valores absolutos são de 126,07 MPa para o CIV encapsulado fotopolimerizável, 118,34 MPa para o pó/líquido fotopolimerizável, 95,87 MPa para o encapsulado autopolimerizável e 122,07 MPa para o pó/ líquido autopolimerizável. Conclusão: os CIVs encapsulados não apresentam valores superiores de resistência à compressão quando comparados ao sistema pó/ líquido.

Palavras-chave: Cimentos de ionômero de vidro. Força compressiva. Materiais dentários.

Introdução

Desde o desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro (CIV), no início da década de 1970, avanços significativos foram obtidos, tornando-os materiais clinicamente atraentes e largamente utilizados na odontologia¹. Esses materiais sofreram, ao longo dos anos, diversas modificações, tais como a incorporação de resina², de partículas metálicas³, modificação no tamanho das partículas de vidro e na proporção pó/líquido⁴, com o intuito de melhorar as propriedades físicas de resistência e longevidade.

Embora o CIV seja o material de escolha em diversos procedimentos na odontologia restauradora, devido às suas características, tais como liberação de flúor, adesão às estruturas dentárias, coeficiente de expansão térmica similar ao dente e biocompatibilidade, algumas de suas propriedades ainda não são totalmente satisfatórias⁵. Um dos inconvenientes diz respeito à sua manipulação⁶, já que o proporcionamento do pó e do líquido de maneira incorreta afeta suas propriedades, podendo comprometer a solubilidade, a resistência e a adesão do material⁷.

Diante disso, existem basicamente duas maneiras de manter as características positivas do CIV e

http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v21i2.5961

Cirurgiãs-dentistas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

^{**} Professor adjunto III, Departamento de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

Professores adjuntos II, Departamento de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

minimizar suas desvantagens. A primeira é alterando a composição do material e a segunda, avaliando a melhor forma de aglutinação e inserção na cavidade¹.

Com o intuito de melhorar as características do material advindas de sua manipulação, uma nova modalidade do material está sendo incorporada no mercado de produtos odontológicos, trata-se do CIV encapsulado. Nessa forma de apresentação, o conteúdo é acondicionado em uma cápsula pré-fabricada, que possui uma membrana que se rompe e permite a mistura do pó e do líquido de forma homogênea e, depois, o material é utilizado na cavidade com o auxílio de um aplicador específico⁶.

No sistema de cápsulas pré-fabricadas, há uma aglutinação do material mais satisfatória, devido à ausência de interferência manual na mistura e à redução de porosidades no interior do material. As porosidades internas do CIV são responsáveis pela presença de estresse local, que contribui para a iniciação e propagação de trincas, as quais podem favorecer fratura parcial ou total da restauração⁸⁻¹⁰.

Diante disso, esta pesquisa se trata de um estudo *in vitro* que propõe verificar se o CIV encapsulado apresenta maior resistência à compressão que o sistema de mistura convencional, uma vez que se fazem necessárias pesquisas que avaliem o comportamento dos CIV encapsulados, que é uma tendência no mercado odontológico e funcionam como uma alternativa ao uso do sistema pó/líquido. A hipótese nula testada é de que não existe diferença entre a resistência à compressão dos CIV convencionais e a dos encapsulados bem como no modo de geleificação.

Materiais e método

Foram utilizados, para este estudo, quatro tipos de CIV pertencentes a um mesmo fabricante (SDI®, Victoria, Austrália), que variaram quanto à forma de apresentação (encapsulado e sistema convencional pó/líquido) bem como no modo de geleificação (autopolimerizável e fotopolimerizável). Eles foram agrupados em G1, G2, G3 e G4, como especificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Divisão dos grupos analisados quanto à resistência à compressão e especificação dos CIV testados

Grupos	Nome comercial/ fabricante	Categoria	Classificação	Principais componentes	
G1	Riva self cure®/SDI, Bayswater, Victoria, Austrália	Cimento de ionômero de vidro encapsulado autopolimerizável	Convencional de alta resistência	Pó: fluoreto de silicato de alumínio Ácido poliacrílico Líquido: ácido poliacrílico Ácido tartárico	
G2	Riva light cure®/SDI, Bayswater, Victoria, Austrália	Cimento de ionômero de vidro encapsulado fotopolimerizável	Modificado por resina	Pó: fluoreto de silicato de alumínio Líquido: ácido poliacrílico Ácido tartárico Hidroxietil metacrilato Dimetacrilato Monômero acidificado	
G3	Riva self cure®/SDI, Bayswater, Victoria, Austrália	Cimento de ionômero de vidro convencional autopolimerizável	Convencional de alta resistência	Pó: fluoreto de silicato de alumínio Ácido poliacrílico Líquido: ácido poliacrílico Ácido tartárico	
G4	Riva light cure®/SDI, Bayswater, Victoria, Austrália	Cimento de ionômero de vidro convencional fotopolimerizável	Modificado por resina	Pó: fluoreto de silicato de alumínio Líquido: ácido poliacrílico Ácido tartárico Hidroxietil metacrilato Dimetacrilato Monômero acidificado	

Fonte: dados da pesquisa.

Para o teste de resistência à compressão, foram confeccionados doze corpos de prova para cada grupo, em matrizes de aço inoxidável com 4,0 mm ± 0,1 mm de diâmetro e 6,0 mm ± 0,1 mm de altura, em forma de disco. Os procedimentos de confecção dos corpos de prova foram realizados em laboratório, com dois operadores. Um dos operadores foi o responsável pela etapa de aglutinação de acordo com as recomendações do fabricante, enquanto o segundo operador realizou os procedimentos de inserção do CIV nas matrizes. Após a aglutinação,

o material foi inserido na matriz com o auxílio de uma espátula plástica própria para ionômero (espátula plástica para ionômero 142 Ionomix – Maquira, SP), previamente isolada com vaselina sólida. Logo em seguida, uma tira de poliéster foi posicionada sobre o corpo de prova e sobre ela foi posicionada uma lamínula de vidro. Para os CIVs fotopolimerizáveis, foi realizada a fotoativação por 40 segundos no topo e na base do corpo de prova, com o aparelho Radii-cal 1.200 mW/cm² (SDI®, Victoria, Austrália). Para os CIVs autopolimerizáveis, foi esperado o

tempo de geleificação total, que, de acordo com as recomendações do fabricante, é de 6 minutos.

Os corpos de prova foram cuidadosamente removidos das matrizes e colocados em recipientes plásticos contendo 6 ml de água destilada; após foram colocados em estufa a 37°C, onde permaneceram por sete dias, até o momento da realização do ensaio mecânico1. O teste foi conduzido em máquina de ensaios universal Shimadzu® à velocidade de deslocamento de 1,0 mm/min. O teste de resistência à compressão aplicou força axial simultaneamente a dois pontos na mesma amostra, porém em direção oposta, como mostra a Figura 1. A resistência à compressão (RC) em MPa foi calculada conforme a seguinte equação: RC = 4P/\taud^2, em que: P = carga aplicada, em Newton; d = diâmetro do corpo de prova, em milímetros; ϖ = constante (3,14). Os dados foram submetidos ao teste estatístico ANOVA 2 fatores e ao pós-teste Tamhane (p < 0.05).



Figura 1 – Desenho esquemático mostrando o corpo de prova a ser submetido a uma força axial simultaneamente em dois pontos

Fonte: elaborado pelos autores.

Resultados

Após análise estatística, observou-se diferença estatisticamente significativa apenas entre os CIVs encapsulados, como pode ser observado na Tabela 2. Observou-se, ainda, que não houve diferença estatística significativa entre os CIVs autopolimerizáveis, sejam eles encapsulados ou convencionais. Não houve diferença estatística significativa entre os fotopolimerizáveis. A Tabela 3 mostra que não houve diferença estatística entre as categorias (encapsulado e convencional), mas foi observada diferença no modo de geleificação (autopolimerizável e

fotopolimerizável) e interação entre a categoria e o modo de geleificação.

Tabela 2 – Média de resistência à compressão em MegaPascal (MPa) e desvio padrão (DP)

Catagoria	Modo de geleificação		
Categoria	Autopolimerizável	Fotopolimerizável	
Encapsulado	126,07(±7,31)Aa	95,87(±25,72)Ba	
Convencional	122,07(±26,07)Aa	118,34(±19,91)Aa	

Teste estatístico ANOVA 2 fatores e pós-teste Tamhane (p < 0,05).

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 3 – ANOVA 2 fatores, soma dos quadrados, F e p

	Soma dos quadrados	F	р
Categoria	1022,453	2,282	0,138
Modo de geleificação	3453,107	7,708	0,008
Categoria* modo de geleificação	2103,187	4,695	0,036

^{*} Indicar interação entre os fatores categoria e modo de geleificação.

Fonte: dados da pesquisa.

Discussão

O presente estudo revelou, em valores absolutos, uma média de resistência à compressão próxima ao valor preconizado pela ISO 9.917 para os cimentos de ionômero de vidro (130 MPa)1, com exceção apenas do CIV encapsulado fotopolimerizável. Diferença estatisticamente significativa só foi encontrada para os grupos dos CIVs encapsulados. Um achado curioso, visto que, para essa forma de apresentação, esperava-se um resultado superior de resistência à compressão quando comparado ao sistema pó/líquido e não entre os próprios grupos de encapsulados⁶, justamente pelo fato de a aglutinação mecânica gerar uma menor incorporação de ar no interior do material, uma melhor proporção pó/ líquido e, consequentemente, uma melhor propriedade mecânica¹¹.

Em um estudo¹ em que se objetivou comparar a resistência à compressão de três CIVs encapsulados (Riva Self Cure®, SDI; Riva Light Cure®, SDI; Riva Silver®, SDI), foi observado, após o ensaio mecânico, que houve diferença estatisticamente significativa entre o Riva Self Cure e o Riva Light Cure. As resistências à compressão do CIV Riva Self Cure® e do Riva Silver® foram similares, mas superiores ao Riva Light Cure®. Resultado que difere dos encontrados neste trabalho, já que o Riva Light Cure® apresentou maior resistência à compressão que o Riva Self Cure®. A explicação dos autores¹² sugere que a redução do tamanho médio das partículas dos

^{*} Letras diferentes (letras maiúsculas na mesma linha e letras minúsculas na mesma coluna) indicam diferença estatisticamente significativa.

CIV Riva Self Cure® e sua melhor distribuição dentro da matriz permitiram o melhoramento de suas propriedades bem como uma textura superficial mais densa, com menor número e quantidade de porosidades.

Alguns autores⁸ também avaliaram a resistência à compressão de três CIVs encapsulados (Ketac Molar Aplicap®, Fuji IX Capsule® e Chem Flex Caps®) comparativamente aos seus equivalentes do sistema pó/líquido (Ketac Molar Easymix®, Fuji IX® e Chem Flex[®]), com uma redução na porção do pó, prática que pode ocorrer no ambiente clínico. Os resultados desse estudo demonstraram que, à medida que se alterava para menos a quantidade de pó do CIV convencional, também diminuía a resistência à fratura por compressão do material. Para os autores, o sistema de cápsulas constitui uma solução potencial para minimizar essa variabilidade na mistura do material, que esteve diretamente relacionada à propriedade mecânica de resistência, já que ela se apresentou maior no sistema de cápsulas. Fato que, mesmo seguindo as recomendações do fabricante e o tempo de mistura, não foi observado em nosso trabalho, que não apresentou valores de resistência à compressão estatisticamente significativos entre o sistema de cápsulas e o sistema convencional de mistura.

Um estudo¹³ avaliou o efeito do método de mistura na porosidade de cinco CIVs, dos quais dois eram misturados manualmente (Ketac-Cem hand-mixed, ESPE, Seefeld, Germany e Ketac-Molar hand-mixed ESPE, Seefeld, Germany) e três pelo sistema de cápsulas (Ketac-Cem Aplicap, ESPE, Seefeld, Germany, Ketac-Cem Maxicap, ESPE, Seefeld, Germany, e Ketac-Molar Aplicap, ESPE, Seefeld, Germany). Os corpos de prova foram observados e analisados por meio de tomografia computadorizada, o que permitiu observar o volume de bolhas presentes em cada amostra a partir das reconstruções tridimensionais do material.

Sabe-se que o método de mistura tem relação direta com a porosidade apresentada pelo material, que, por sua vez, pode produzir um material mais frágil, como afirmaram alguns autores em estudo comparativo entre os CIVs encapsulados e seus equivalentes convencionais⁶. Esperava-se, então, que nos CIVs encapsulados, por não haver interferência direta do operador, uma quantidade significativamente menor de bolhas fosse incorporada à estrutura do material. Contudo, os resultados mostraram que foi pequena a diferença na porosidade entre as amostras processadas pelos dois métodos¹³.

Em estudo anterior, os autores¹⁴ observaram o efeito da mistura do material na resistência à compressão. O CIV encapsulado investigado apresentou desempenho inferior ao da versão misturada à mão. Porém, quando o cimento foi retirado da cápsula e espatulado manualmente, a resistência à compressão foi significativamente maior do que a do mes-

mo material misturado mecanicamente. O que não corrobora com a ideia de que pelo fato de o cimento estar por si só no interior de cápsulas ele deve apresentar desempenho superior quanto a suas propriedades mecânicas, por não incorporar ar durante a mistura.

O CIV encapsulado possui a proporção pó-líquido pré-estabelecida e a aglutinação mecânica para cada porção de material, o que teoricamente evitaria erros advindos do proporcionamento e da mistura do material, contribuindo para suas características vantajosas. No entanto, durante o processamento das amostras deste estudo, foi verificado que ocorria geleificação ainda no interior das cápsulas durante o uso do CIV autopolimerizável. Na utilização *in vivo* do material, esse comportamento, além de gerar desperdício do material, também gera alteração na fluidez do cimento bem como no tempo de geleificação, o que pode alterar suas propriedades mecânicas.

Em um trabalho⁷ que investigou a influência do tempo de manipulação nas propriedades do CIV, foi constatado que o tempo de trabalho e de geleificação inicial influencia a propriedade do material de resistência à compressão, pois quando o CIV é dispensado com uma pré-geleificação, ocorre a quebra da matriz de gel, resultando em propriedades mais pobres. Essa pré-geleificação pode ocorrer no CIV encapsulado autopolimerizável durante a dispensa do material do interior da cápsula, ou mesmo no sistema de mistura pó/líquido.

Para o CIV encapsulado fotopolimerizável, provavelmente por haver dependência da fotoativação, foi possível promover o endurecimento do material somente após ele ser dispensado no interior da matriz, o que evitou o desperdício e não alterou sua fluidez, o que gera uma característica positiva, pois um controle do tempo de manipulação do material reduz a sensibilidade inicial à umidade (sinérese e embebição) e à solubilidade aos fluidos orais quando utilizado *in vivo*.

Também se observou, durante a confecção das matrizes, que algumas cápsulas romperam antes que o seu conteúdo pudesse ser dispensado no interior das matrizes, o que em uma situação de uso clínico gera desperdício de material e de tempo de execução do procedimento, já que outra cápsula deverá ser utilizada.

A partir dos resultados obtidos, sugerem-se outros estudos para avaliar melhor o custo-benefício da utilização dos materiais encapsulados, já que, além de serem mais onerosos, demandam equipamentos específicos para viabilizar seu uso, como amalgamadores e aplicadores.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que os CIVs encapsulados investigados não apresentam diferenças estatisticamente significativas de resistência à compressão quando comparados ao sistema pó/líquido.

Abstract

Objective: This study aimed to compare the compressive strength between encapsulated glass ionomer cements (GIC) (Riva self-cure™ and Riva light cure™) and their corresponding powder-liquid cement system (Riva self-cureTM and Riva light cureTM). Materials and method: For the compressive strength test, twelve specimens were produced for each group in stainless steel matrixes, with 4.0 ± 0.1 mm of diameter and 6.0 ± 0.1 mm of height. The tests were conducted in Shimadzu™ universal testing machine at displacement speed of 1.0 mm/min. After analysis, data were submitted to twoway ANOVA and Tamhane post-test. Results: There was a statistically significant difference (p<0.05) only for encapsulated GIC. Mean compressive strength in absolute values was 126.07 MPa for light-cured encapsulated GIC, 118.34 MPa for light-cured powder-liquid cement, 95.87 MPa for self-curing encapsulated cement, and 122.07 MPa for self-curing powder-liquid cement. Conclusion: The encapsulated GIC does not present higher values of compressive strength when compared to the powder/liquid system.

Keywords: Glass ionomer cements. Compressive strength. Dental materials.

Referências

- Chammas MB, Valarini N, Maciel SM, Poli-Frederico RC, Oltramari-Navarro PVP, Conti ACCF. Resistência à compressão de cimentos de ionômero de vidro restauradores encapsulados. Unopar Cient, Ciênc Biol Saúde 2009; 11(4):35-8.
- Fook ACBM, Azevedo VVC, Barbosa WPF, Fidéles TB, Fook MVL. Materiais odontológicos: cimentos de ionômero de vidro. Remap 2008; 3(1):40-5.
- Vieira IM, Louro RL, Atta MT, Navarro MFL, Francisconi PAS. O cimento de ionômero de vidro na odontologia. Rev Saúde Com 2006; 2(1):75-84.
- Simmons JJ. The miracle mixture: glass ionomer and alloy powder. Texas Dent J 1983; 100(10):6-12.
- Navarro MFL, Pascotto RC. Cimentos de ionômero de vidro. São Paulo: Artes Médicas: 1998.
- Dowling AH, Fleming GJ. Are encapsulated anterior glassionomer restoratives better than their hand mixed equivalents? J Dent 2009; 37(2):133-40.
- Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF. The effect of mixing time on the handling and compressive strength of an encapsulated glass-ionomer cement. Dent Mater 2005; 21(8):704-8.
- Dowling AH, Fleming GJP. Is encapsulation of posterior glass-ionomer restoratives the solution to clinically induced variability introduced on mixing? Dent Mater 2008; 24(7):957-66.

- Fleming GJP, Zala DM. An assessment of encapsulated versus hand-mixed glass ionomer restoratives. Oper Dent 2003; 28(2):168-77.
- 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. Mater Res 2008; 11(1):57-61.
- Bresciani E, Barata TJE, Fagundes TC, Adachi A, Terrin MM, Navarro MFL. Compression and diametral tensile strength of glass ionomer cements. J Appl Oral Sci 2004; 12(4):344-8.
- 12. Alpõz AR, Ertugrul F, Cogulu D, Ak AT, Tanoglu M, Kaya E. Effects of light curing method and exposure time on mechanical properties of resin based dental materials. Eur J Dent 2008; 2(1):37-42.
- Nomoto R, Komoriyama M, McCabe JF, Hiranoa S. Effect of mixing method on the porosity of encapsulated glass ionomer cement. Dent Mater 2004; 20(10):972-8.
- Nomoto R, McCabe JF. Effect of mixing methods on the compressive strength of glass ionomer cements. J Dent 2001; 29(3):205-10.

Endereço para correspondência:

Marília Regalado Galvão Universidade Federal do Rio Grande do Norte Departamento de Odontologia Av. Senador Salgado Filho, 1.787 59056-000 Natal, RN Telefone: (84) 99650-7490

E-mail: mariliaregalado@hotmail.com

Recebido: 22/04/2016. Aceito: 25/07/2016.