

**UNIVERSIDADE DE UBERABA
CURSO DE ODONTOLOGIA**

**KAMYLA XAVIER DA SILVA MELO
LETÍCIA FRANÇA BORGES AURELIANO**

**ANÁLISE DA DUREZA SUPERFICIAL E DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO
DIAMETRAL DE DIFERENTES CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO
RESTAURADORES**

UBERABA-MG

2022

**KAMYLA XAVIER DA SILVA MELO
LETÍCIA FRANÇA BORGES AURELIANO**

**ANÁLISE DA DUREZA SUPERFICIAL E DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO
DIAMETRAL DE DIFERENTES CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO
RESTAURADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Curso de Graduação em
Odontologia da Universidade de Uberaba,
como requisito parcial para obtenção do
título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Tornavoi de Castro.

UBERABA-MG

2022

KAMYLA XAVIER DA SILVA MELO
LETÍCIA FRANÇA BORGES AURELIANO

**ANÁLISE DA DUREZA SUPERFICIAL E DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO
DIAMETRAL DE DIFERENTES CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO
RESTAURADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Curso de Graduação em
Odontologia da Universidade de Uberaba,
como requisito parcial para obtenção do
título de Cirurgião-Dentista.

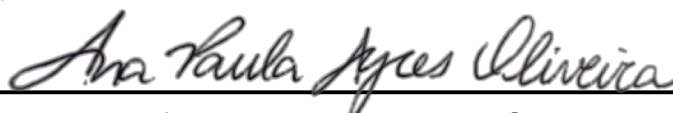
Orientadora: Profa. Dra. Denise Tornavoi de Castro.

Aprovado em: 30/06/2022

BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra. Denise Tornavoi de Castro – Orientadora
Universidade de Uberaba



Prof. Dra. Ana Paula Ayres Oliveira
Universidade de Uberaba

RESUMO

O cimento de ionômero de vidro (CIV) é um material comumente utilizado na prática odontológica devido a biocompatibilidade, bioatividade, liberação de flúor, excelente coeficiente de expansão/contração térmica e módulo de elasticidade, além da capacidade de se ligar quimicamente à estrutura dental. O CIV pode ser convencional ou modificado por resina. Devido à grande variedade de produtos que estão constantemente sendo lançados no mercado mundial, selecionar o material restaurador ideal torna-se uma tarefa difícil para o clínico. O objetivo deste estudo foi avaliar a dureza superficial e a resistência à tração diametral de um cimento de ionômero de vidro convencional e um modificado por resina. Foram utilizados o cimento de ionômero de vidro convencional (Riva Self Cure) e o cimento de ionômero de vidro modificado (Riva Light Cure). Para cada cimento foram confeccionadas 30 amostras (\varnothing 6 x 3 mm). A análise da dureza superficial (n=10) foi realizada por meio do Microdurômetro (Shimadzu HMV-2000, Japão) por meio de 3 medições aleatoriamente equidistantes em cada corpo de prova, com o penetrador tipo *Knoop* e uma carga de 25 gf (gramas força) por 30 segundos. O teste de resistência à tração diametral (n=10) foi realizado em máquina de ensaios universal (EMIC DL-3000 – Capacidade de 30 kN) com uma velocidade de 0,75 mm/min. Os resultados foram submetidos à análise estatística no Software SPSS versão 22.0. Foi utilizado o teste t independente ($\alpha=0,05$). O cimento de ionômero de vidro Riva Light Cure apresentou maior resistência a tração diametral do que o cimento Riva Self Cure ($p<0,0001$). Não houve diferença significativa na dureza superficial dos dois materiais ($p=0,0187$). De acordo com os testes realizados, os resultados evidenciaram que os dois cimentos foram equivalentes no teste de dureza superficial entretanto, o cimento modificado por resina mostrou-se mais resistente à tração diametral que o convencional.

Palavras-chaves: Cimento Ionômero de Vidro; Dureza Superficial; Resistência à Tração Diametral.

ABSTRACT

Glass ionomer cement (GIC) is a material commonly used in dental practice due to its biocompatibility, bioactivity, fluoride release, excellent coefficient of thermal expansion/contraction and modulus of elasticity, in addition to the ability to chemically bond to tooth structure. The GIC can be conventional or resin modified. Due to the wide variety of products that are constantly being launched in the world market, selecting the ideal restorative material becomes a difficult task for the clinician. The objective of this study was to evaluate the surface hardness and diametral tensile strength of a conventional and a resin-modified glass ionomer cement. Conventional glass ionomer cement (Riva Self Cure) and modified glass ionomer cement (Riva Light Cure) were used. For each cement, 30 samples were made (\varnothing 6 x 3 mm). The surface hardness analysis (n=10) was performed using a Microhardness tester (Shimadzu HMV-2000, Japan) using 3 randomly equidistant measurements on each specimen, with the indenter type *Knoop* and a load of 25 gf (grams of force) for 30 seconds. Diametral tensile strength tests (n=10) were performed in a universal testing machine (EMIC DL-3000 – 30 kN capacity) with a speed of 0.75mm/min. The results were submitted to statistical analysis in SPSS software version 22.0. The independent t-test ($\alpha=0.05$) was used. Riva Light Cure glass ionomer cement showed higher diametral tensile strength than Riva Self Cure cement ($p<0.0001$). There was no significant difference in the surface hardness of the two materials ($p=0.0187$). According to the tests performed, the results showed that the two cements were equivalent in the surface hardness test, however, the resin-modified cement proved to be more resistant to diametral traction than the conventional one.

Keywords: Glass Ionomer Cement; Surface hardness; Diametral Tensile Strength.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO	8
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
4 RESULTADOS.....	14
5 DISCUSSÃO	15
6 CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

Os cimentos de ionômero de vidro (CIV) são materiais comumente usados na odontologia restauradora. Uma de suas aplicações envolve a intervenção precoce de lesões de cárie cavitadas, desempenhando um papel importante no tratamento de pacientes de alto risco (SOMANI *et al.*, 2016; MOSHFEGHI *et al.*, 2020).

Esses materiais geralmente consistem em uma mistura de ácidos que reagem com um vidro de fluoroaluminossilicato. São materiais autoadesivos que se ligam aos tecidos duros dos dentes por meio de ligações químicas, consistindo em ligações iônicas entre os grupos carboxila do ácido polialquenoato e a hidroxiapatita (MOBERG *et al.*, 2019).

Além da união química ao esmalte dental, eliminando assim a necessidade de condicionamento ácido, apresentam vantagens relacionadas a liberação de flúor, biocompatibilidade e baixo valor de expansão térmica (SOMANI *et al.*, 2016; MOSHFEGHI *et al.*, 2020). Porém, existem limitações quanto às suas propriedades mecânicas, visto que apresentam baixa resistência ao desgaste, baixa resistência à tração e solubilidade em meio ácido. Essas características limitam seu uso para certas aplicações, especialmente em áreas de suporte de tensões (BULDUR e SIRIN KARAARSLAN, 2019; BHATTACHARYA *et al.*, 2019; MEDEROS *et al.*, 2021).

Com o intuito de melhorar essas propriedades, várias mudanças na composição dos CIVs têm sido propostas através da adição de componentes como metais (MCLEAN e GASSER, 1985), vidros bioativos (VALANEZHAD *et al.*, 2016), fluorapatita (MOSHAVERINIA *et al.*, 2016) ou resinas (KHOROUSHI e KACHUIE, 2017).

O desenvolvimento de CIVs modificados por resina, através da incorporação de monômero de resina hidrofílica, proporcionou uma combinação das características vantajosas das resinas compostas e dos cimentos de ionômero de vidro. Assim, as propriedades físicas e mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro tornaram-se superiores aos cimentos de ionômero de vidro convencionais, e a liberação de flúor foi mantida, mesmo que em menores níveis (ARICI e ARICI, 2003; SPAJIC *et al.*, 2019).

Devido à grande variedade de produtos odontológicos que estão constantemente sendo lançados no mercado mundial, selecionar o material restaurador ideal torna-se um grande desafio para o clínico (MENEZES-SILVA *et al.*,

2019). Os ensaios laboratoriais são de fundamental importância na orientação dos profissionais quanto à escolha do material para sua prática diária por permitirem avaliar os efeitos das mudanças na composição do material ou a evolução de suas propriedades, podendo prever o desempenho clínico (MENEZES-SILVA *et al.*, 2020).

O valor da dureza da superfície dos materiais é avaliado para estimar sua durabilidade e a resistência ao desgaste. Representa a resistência da superfície do material à deformação, o que tem sido relacionado à matriz do material subjacente (WATTS, MCNAUGHTON e GRANT, 1986).

Para o sucesso clínico das restaurações, a resistência mecânica é um fator de extrema importância. A resistência à tração diametral é um requisito crítico visto que muitas falhas clínicas ocorrem devido ao estresse de tração. Como não é possível medir a resistência à tração de materiais frágeis como o cimento ionômero de vidro, o teste de resistência à tração diametral tem sido adotado (CEFALY *et al.*, 2001; BRESCIANI *et al.*, 2004). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a dureza superficial e a resistência a tração diametral de um cimento de ionômero de vidro convencional e um modificado por resina.

2 OBJETIVO

O presente estudo avaliou a dureza superficial e a resistência à tração diametral de um cimento de ionômero de vidro convencional (Riva Self Cure) e um modificado por resina (Riva Light Cure).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

No presente estudo foram utilizados os cimentos de ionômero de vidro Riva Self Cure (convencional) e o Riva Light Cure (modificado por resina), conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1. Marca comercial e classificação dos cimentos de ionômero de vidro utilizados.

GRUPOS	NOME COMERCIAL/ FABRICANTE	CATEGORIA	APRESENTAÇÃO COMERCIAL	PRINCIPAIS COMPONENTES
SC	Riva self cure®/SDI, Bayswater, Victoria, Austrália.	Cimento de ionômero de vidro convencional	Frasco Pó/Líquido	Pó: Fluoreto de silicato de alumínio Ácido poliacrílico. Líquido: Ácido poliacrílico Ácido tartárico.
LC	Riva light cure®/SDI, Bayswater, Victoria, Austrália.	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina	Frasco Pó/Líquido	Pó: Fluoreto de silicato de alumínio. Líquido: Ácido poliacrílico Ácido tartárico Hidroxietil metacrilato Dimetacrilato Monômero acidificado.

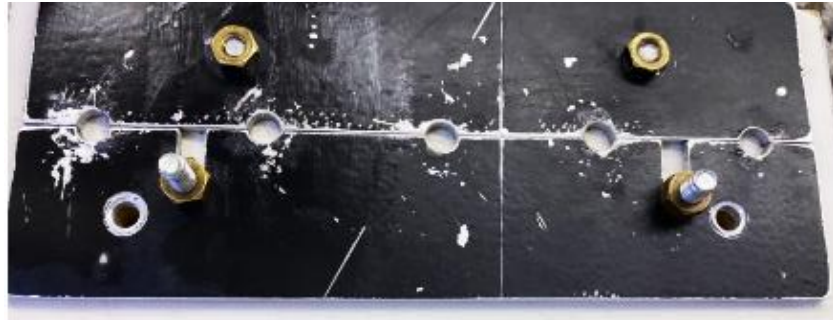
3.2 Métodos

3.2.1 Preparação das amostras

Foram obtidos 20 espécimes de cada material nas dimensões de $\varnothing 6 \times 3$ mm, com o auxílio de matrizes metálicas circulares hemisseccionadas. Após a manipulação de cada material em placa de vidro, de acordo com as proporções do fabricante, os mesmos foram inseridos na matriz, previamente isolada com vaselina, com o auxílio de uma espátula, em quantidade suficiente para preenchê-la com ligeiro excesso. Para o cimento modificado por resina, foram utilizados dois incrementos, sendo o primeiro fotoativado com o aparelho Sdi Raddi Cal Led por 20 segundos, previamente à colocação do segundo, que também foi fotoativado pelo mesmo tempo após o posicionamento de uma tira de poliacetato que permitiu o extravasamento do excesso de material. Após a reação de polimerização, os espécimes foram removidos

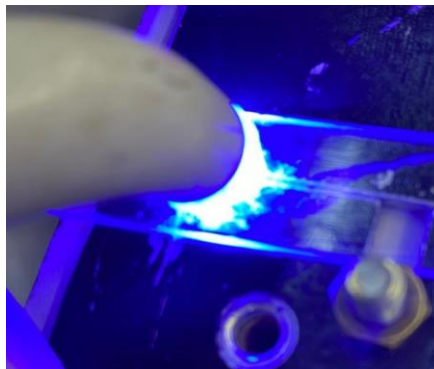
do interior da matriz e o acabamento e polimento foram realizados com lixas #400, #600, #1200, #2000 #2500 e #5000. No intervalo entre as lixas, as amostras foram lavadas com água destilada para remoção de debris.

Figura 1 - Matriz metálica hemisseccionada



Fonte: Próprio autor, 2022.

Figura 2 - Fotoativação do cimento de ionômero de vidro modificado por resina.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Figura 3 - Corpo de prova confeccionado.

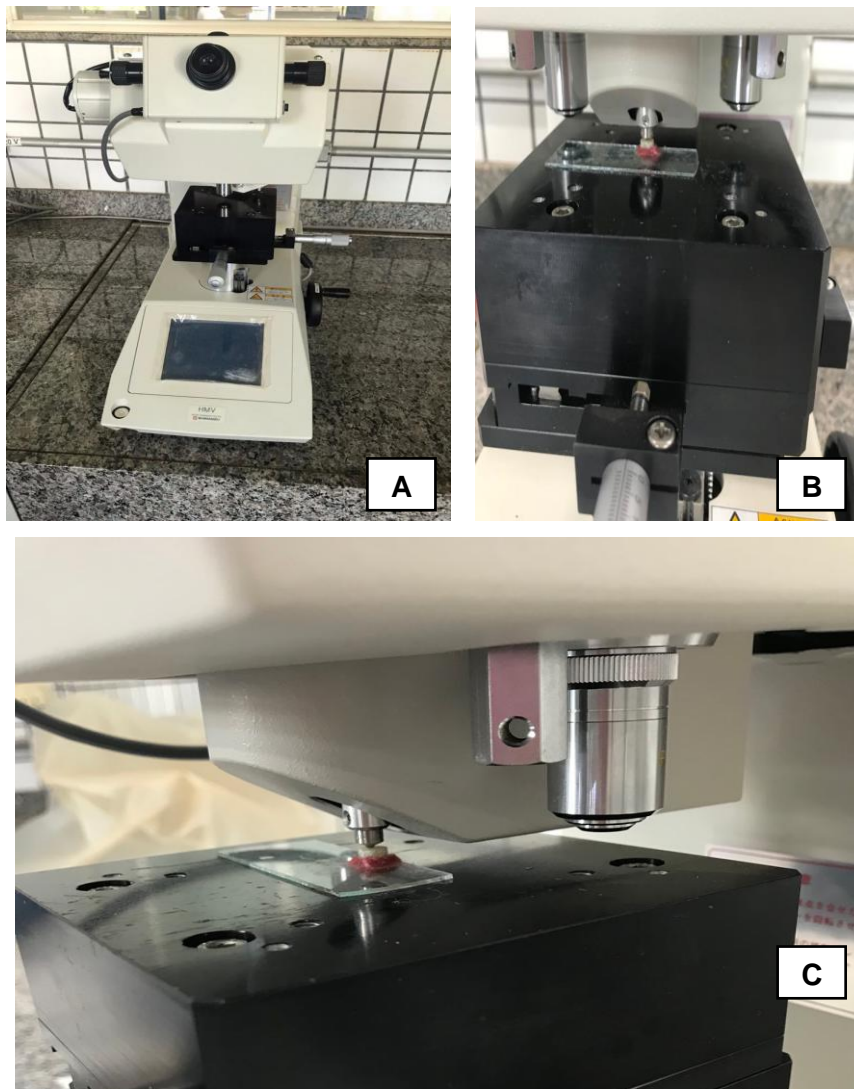


Fonte: Próprio autor, 2022.

3.2.2 Análise da dureza superficial

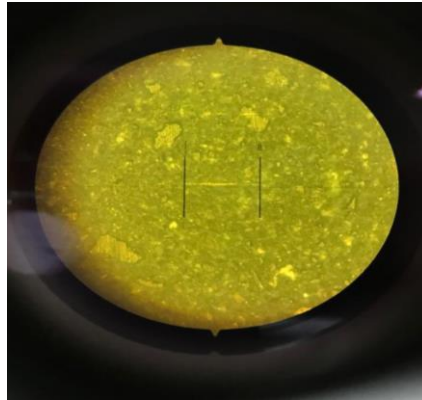
Após o polimento, as amostras foram imersas em água destilada e armazenadas em estufa por 24 horas. Após esse período, a análise da dureza superficial (n=10) foi realizada por meio do Microdurômetro (Shimadzu HMV-2000, Japão). Foram realizadas 3 medições aleatoriamente equidistantes em cada corpo de prova por meio de um penetrador tipo *Knoop* com carga de 25 gf (gramas força) por 30 segundos. As indentações foram medidas através de duas marcas nos vértices do losango em uma imagem com aumento de 40x, determinando o comprimento da diagonal maior e, por conseguinte, os resultados de dureza *Knoop* por meio do cálculo automático feito pelo software do equipamento.

Figura 4 - A. Microdurômetro (Shimadzu HMV-2000, Japão). B e C. Medições por meio de um penetrador tipo *Knoop*.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Figura 5 - Imagem microscópica com aumento de 40x determinando o comprimento da diagonal maior.



Fonte: Próprio autor, 2022.

3.2.3 Análise da resistência à tração diametral

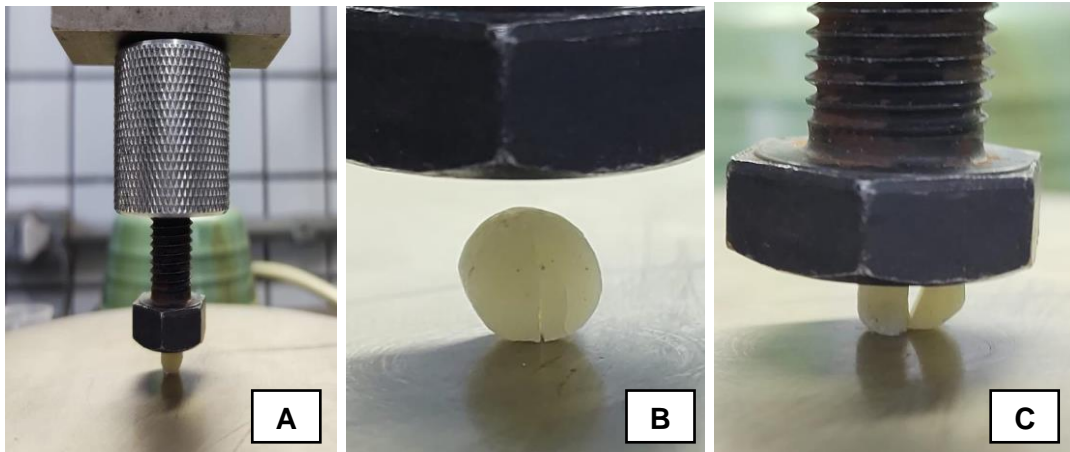
O teste de resistência à tração diametral foi realizado de acordo com a norma ADA n.66. Os espécimes (n=10) foram mantidos na matriz em estufa a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 1 hora e depois, armazenados em água deionizada em estufa por 23 horas. Os testes de resistência foram realizados em máquina de ensaios universal (EMIC DL-3000 – Capacidade de 30 kN) com uma velocidade de 0,75 mm/min.

Figura 6 - Máquina de Ensaio Universal (EMIC DL-3000 – Capacidade de 30 kN).



Fonte: Próprio autor, 2022.

Figura 7 - Amostras sendo submetidas ao ensaio.



Fonte: Próprio autor, 2022.

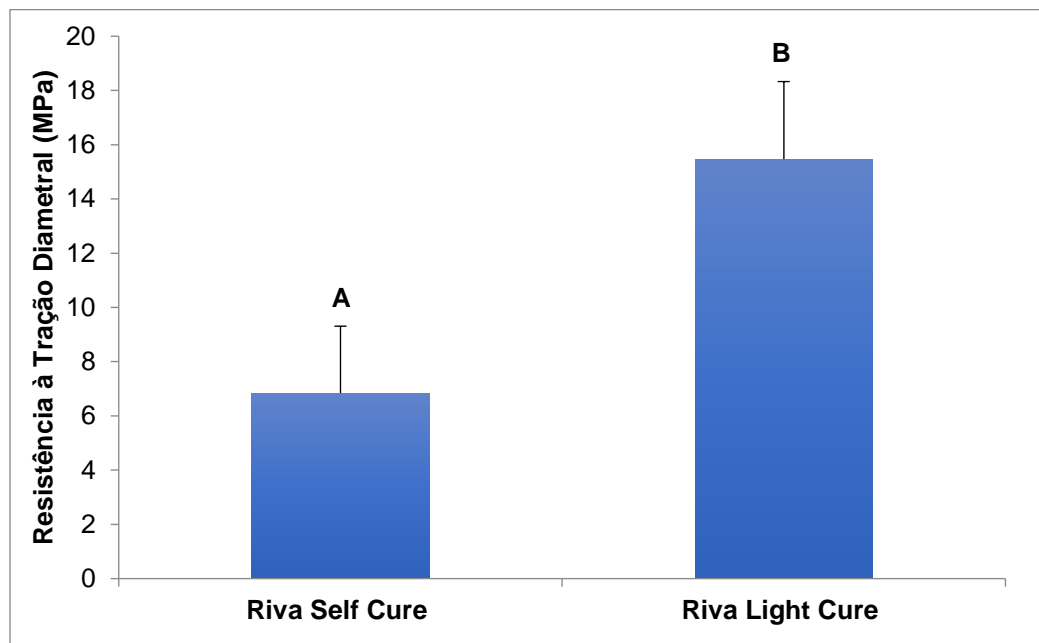
3.2.4 Análise dos dados

Os resultados foram submetidos à análise estatística no Software SPSS versão 22.0. Foi utilizado o teste-t independente ($\alpha=0,05$).

4 RESULTADOS

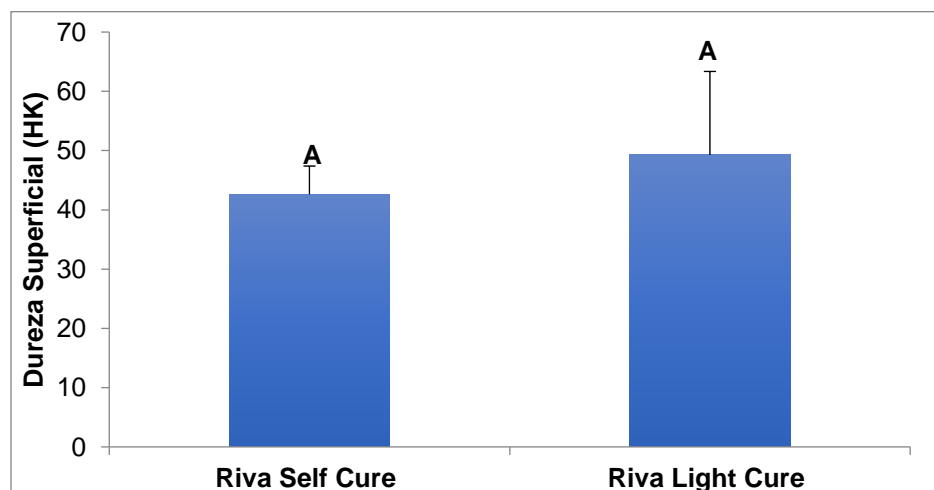
O test-t independente mostrou que, em média, o cimento de ionômero de vidro Riva Light Cure apresentou maior resistência à tração diametral que o cimento Riva Self Cure ($p < 0,0001$).

Figura 8 - Comparação da resistência à tração diametral (MPa) entre o cimento de ionômero de vidro convencional e o cimento de ionômero de vidro modificado por resina.



Não houve diferença significativa na dureza superficial dos dois tipos de cimentos ($p = 0,0187$).

Figura 9 - Comparação da dureza superficial (HK) entre o cimento de ionômero de vidro convencional e o cimento de ionômero de vidro modificado por resina.



5 DISCUSSÃO

O cimento de ionômero de vidro foi proposto por Wilson e Kent há mais de 40 anos, sendo muito utilizado em técnicas de tratamento como o TRA (Tratamento Restaurador Atraumático). Embora os estudos laboratoriais das propriedades mecânicas de um produto não indiquem necessariamente o seu desempenho clínico são importantes para estabelecer os padrões comparativos (MENEZES-SILVA *et al.*, 2019).

Na área de materiais odontológicos, uma série de testes laboratoriais são propostos para verificar a microestrutura, propriedades e características de manuseio. No entanto, como nenhum material odontológico atualmente disponível possui propriedades ideais para todas as aplicações clínicas, a indústria e os pesquisadores estão constantemente em busca de melhorias (MENEZES-SILVA *et al.*, 2019).

Na cavidade bucal, os materiais restauradores, tais como os CIVs estão expostos diretamente às forças mastigatória e tracionais recorrente (SOMANI *et al.*, 2016). A resistência à tração diametral é uma necessidade crítica, pois muitas falhas clínicas são causadas pelo estresse da tração. Por ser impossível determinar diretamente a resistência à tração de materiais frágeis como os cimentos ionômeros de vidro (CIVs), British Standards Institution desenvolveu o teste de resistência à tração diametral. Neste teste, uma força de compressão é aplicada a um corpo de prova cilíndrico ao longo de sua circunferência por meio de placas de compressão (BRESCIANI *et al.*, 2004).

O CIV convencional é o resultado de uma reação de ácido base entre o pó fluoroaluminossilicato e o ácido policarboxílico. Seu mecanismo de adesão é baseado na formação de uma ligação entre os grupos carboxila do ácido poliacrílico e a hidroxiapatita na superfície do dente. Estudos relatam que são materiais suscetíveis a fraturas e que apresentam baixa resistência ao desgaste (SOMANI *et al.*, 2016). No presente estudo, este grupo apresentou resistência à tração diametral inferior ao modificado por resina, sugerindo que clinicamente pode ser mais resistente (BRESCIANI *et al.*, 2004).

O teste de dureza também é frequentemente usado na Odontologia, pois é útil para indicar o sucesso do material no meio oral se considerando sua tenacidade às forças, tensão, deformação e desgaste (CASTILHO *et al.*, 2019). No presente estudo, não foi observada diferença estatística entre os dois materiais.

O CIV modificado por resina é abordado com maior valor de dureza quando se faz comparação com o CIV convencional, relatando aumento de até 90 dias (MOBERG *et al.*, 2019). Outro fator relevante se dá pelo fato de que o CIV modificado por resina demonstra maior resistência comparado ao CIV convencional, sendo de melhor escolha quando necessário de restaurações expostas a forças funcionais (MOBERG *et al.*, 2019).

Por se tratar de um estudo *in vitro*, as condições bucais não puderam ser completamente replicadas. No entanto, todas as amostras foram expostas às mesmas condições experimentais, podendo predizer o desempenho clínico.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os testes realizados, os resultados evidenciaram que os dois materiais foram equivalentes no teste de dureza superficial. Entretanto, o cimento modificado por resina mostrou-se mais resistente à tração diametral que o convencional.

REFERÊNCIAS¹

- ARICI, S., ARICI, N. Effects of thermocycling on the bond strength of a resin-modified glass ionomer cement: an in vitro comparative study. **Angle Orthodontist**, v. 73, n. 6, p. 692-696, 2003.
- BHATTACHARYA, S., PURAYIL, T.P., GINJUPALLI, K., KINI, S., PAI, S. EFFECT of Thermocycling on the Colour Stability of Aesthetic Restorative Materials: An in-vitro Spectrophotometric Analysis. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 20, n. e5174 p. 1-6. 2020.
- BRESCIANI, E., BARATA, T.J.E., FAGUNDES, T.C., ADACHI, A., TERRIN, M.M., NAVARRO, M.F.L. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. **Journal Of Applied Oral Science**, v. 12, n. 4, p. 344-348, 2004.
- BULDUR, M., KARAARSLAN, E.S. Microhardness of glass carbomer and highviscous glass Ionomer cement in different thickness and thermo-light curing durations after thermocycling aging. **Biomed Central Oral Health**, p. 1-13, 2019.
- CASTILHO, A.R.F.; ROSALEN, P.L.; ARAÚJO, I.J.S.; KITAGAWA, IL; COSTA, C.A.G.A.; JANAL, M.N., *et al.* Trans, trans-farnesol, an antimicrobial natural compound, improves glass ionomer cement properties. **PLOS ONE**, [S. l.], p.1-16, 2019.
- CEFALY, D.F.G., VALARELLI, F.P., SEABRA, B.G.M., MONDELLI, R.F.L., NAVARRO, M.F.L. Effect of Time on the Diametral Tensile Strength of Resin-Modified Restorative Glass Ionomer Cements and Compomer. **Brazilian Dental Journal**, v. 12, n. 3, p. 201-204, 2001.
- KHOROUSHI, M., KACHUIE, M. Prevention and Treatment of White Spot Lesions in Orthodontic Patients. **Contemporary clinical dentistry**. V. 8, n. 1, p. 11-19, 2017.
- MCLEAN, J.W., GASSER, O. Glass-cermet cements. **Quintessence International**, v. 16, n. 5, p. 333-343, 1985.
- MEDEROS, M., CUEVAS-SUAREZ, C.M., SANCHEZ, W., MIRANDA, P., FRANCIA, A., PARDO.H., *et al.* Effect of the incorporation of hydroxyapatite on the diametral tensile strength of conventional and hybrid glass ionomer cements. **Odontology**, v. 109, n. 4, p. 904-911, 2021.
- MENEZES-SILVA, R., CABRAL, R.N., PASCOTTO, R.C., BORGES, A.F.S., MARTINS, C.C., NAVARRO, M.F.L., SIDHU, S.K., *et al.* Mechanical and optical properties of conventional restorative glassionomer cements - a systematic review. **Journal Of Applied Oral Science**, v. 27,n. e2018357 p. 1-9, 2019.

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023: Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

MENEZES-SILVA, R., DE OLIVEIRA, B.M.B., MAGALHÃES, A.P.R., BUENO, L.S., BORGES, A.F.S., BAESSO, M.L., NAVARRO, M.F.L., *et al.* Correlation between mechanical properties and stabilization time of chemical bonds in glass-ionomer cements. **Brazilian Oral Research**, v. 34, n. e053, p. 1-12, 2020.

MOBERG, M., BREWSTER, J., NICHOLSON, J., ROBERTS, H. Physical property investigation of contemporary glass ionomer and resin-modified glass ionomer restorative materials. **Clinical Oral Investigations**, v. 23, n. 3, p. 1295-1308, 2019.

MOSHAVERINIA, M., BORZABADI-FARAHANI, A., SAMENI, A., MOSHAVERINIA, A., ANSARI, S. Effects of incorporation of nano-fluorapatite particles on microhardness, fluoride releasing properties, and biocompatibility of a conventional glass ionomer cement (GIC). **Dental Materials Journal**, v. 35, n. 5, p. 817-821, 2016.

MOSHFEGHI, H., HAGHGOO, R., SADEGHI, R., NIAKAN, M., REZVANI, M.B. Antibacterial activity of a glass ionomer containing silver nanoparticles against *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. **Indian Journal Of Dental Research**, v. 31, n. 4, p. 289-592, 2020.

SOMANI, R., JAIDKA, S., SINGH, D.J., SIBAL, G.K. Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Various Glass Ionomer Cements to Dentin of Primary Teeth: An in vitro Study. **International Journal Of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 9, n. 3, p. 192-196, 2016.

SPAJIC, J., PAR, M., MILAT, O., DEMOLI, N., BJELOVUCIC, R., PRSKALA, K. Effects of Curing Modes on the Microhardness of Resin-Modified Glass Ionomer Cements. **Acta Stomatologica Croatica**, v. 53, n. 1, p. 37-46, 2019.

VALANEZHAD, A., ODATSU, T., UDOH, K., SHIRAIISHI, T., SAWASE, T., WATANABE, I. Modification of resin modified glass ionomer cement by addition of bioactive glass nanoparticles. **Journal Of Materials Science: Materials In Medicine Volume**, v. 27, n. 3, p. 1-9, 2016.

WATTS, D.C., MCNAUGHTON, V., GRANT, A.A. The development of surface hardness in visible light-cured posterior composites. **Journal Of Dentistry**, v. 14, n. 4, p. 169-174, 1986.