

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

LAIANE RANIELY CECÍLIO SÁ

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE DIFERENTES
IONÔMEROS CONVENCIONAIS: ESTUDO *IN VITRO***

JUAZEIRO DO NORTE-CE

2019

LAIANE RANIELY CECÍLIO SÁ

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE DIFERENTES
IONÔMEROS CONVENCIONAIS: ESTUDO *IN VITRO***

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão
Sampaio, como pré-requisito para obtenção do grau
de Bacharel.

Orientador(a): Profa. Dra. Marcília Ribeiro Paulino

Coorientador(a): Profa. Ma. Natasha Muniz Fontes

JUAZEIRO DO NORTE-CE

2019

LAIANE RANIELY CECÍLIO SÁ

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE DIFERENTES
IONÔMEROS CONVENCIONAIS: ESTUDO IN VITRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor
Leão Sampaio, como pré-requisito para
obtenção do grau de Bacharel.

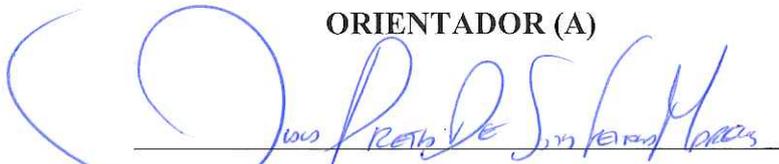
Aprovado em 09/12/2019.

BANCA EXAMINADORA



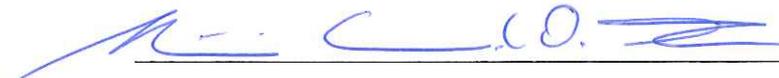
PROFESSOR (A) DOUTOR (A) MARCÍLIA RIBEIRO PAULINO

ORIENTADOR (A)



PROFESSOR (A) DOUTOR (A) DIALA ARETA DE SOUSA FEITOSA MARQUES

MEMBRO EFETIVO



PROFESSOR (A) ESPECIALISTA MÁRIO CORREIA DE OLIVEIRA NETO

MEMBRO EFETIVO

RESUMO

Dentre os materiais restauradores que existem o cimento de ionômero de vidro (CIV) convencional é um material que contribui expressivamente nos procedimentos odontológicos, apesar de suas limitações quanto às propriedades mecânicas. Este estudo *in vitro* tem por objetivo avaliar a resistência à compressão de diferentes CIVs convencionais. Foram confeccionados corpos de prova em forma de discos padronizados, utilizando três marcas de CIVs disponíveis no mercado. As amostras foram condicionadas em tubos (J10) com água destilada e armazenadas por 24 horas a 6 meses em estufa a 37° C simulando a cavidade oral. Para avaliação da resistência a compressão as amostras foram expostas à máquina Instron 4484, sendo realizado testes com os materiais após presa, após 24 horas e 6 meses. Os dados foram analisados através dos testes estatísticos Anova e Tukey. Observou-se que os 3 grupos de CIVs convencionais presentes nesse estudo são estatisticamente semelhantes entre si quanto comparada a resistência à compressão após presa inicial (T₁). Já no T₂ houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, onde o Yono Cem mostrou-se superior. No tempo final de 6 meses (T₃) o Ionglas mostrou melhor resistência à compressão.

Palavras-chave: Cimento de ionômero de vidro. Fraturas por compressão. Resistência de materiais.

ABSTRACT

Among the restorative materials that exist the conventional glass ionomer cement (GIC) is a material that contributes significantly in dental procedures, despite its limitations on mechanical properties. This in vitro study aims to evaluate the compressive strength of different conventional GICs. Standardized disc specimens were made using three commercially available GICs brands. The samples were conditioned in tubes (J10) with distilled water and stored for 24 hours and 6 months in an oven at 37 ° C simulating the oral cavity. In order to evaluate the compressive strength, the samples were exposed to the Instron 4484 machine, and the materials tested after time of prey, 24 hours and 6 months. Data were analyzed using the statistical tests Anova and Tukey. It was observed that the 3 conventional GIC groups present in this study are statistically similar to each other when compared to compressive strength after initial prey (T1). In T2, there was a statistically significant difference between the groups, where Yono Cem was higher. At the end time of 6 months (T3), the Ionglass presented better compressive strength.

Keyword: Glass Ionomer Cements. Fractures Compression. Material Resistance.

LISTA DE SIGLAS

CIVs	Cimentos de ionômero de vidro
kN	kiloNewton
MPa	Megapascal
ARTs	Tratamentos Restauradores Atraumáticos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dinâmica de confecção dos corpos de provas	11
Figura 2 - Cilindro de Cimento de Ionômero de Vidro produzido	12
Figura 3 - Estufa (QUIMIS®)	13
Figura 4 - Instron 4484®	14

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos cimentos de ionômero de vidro adquiridos para utilização no estudo <i>in vitro</i>	12
--	-----------

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Valores de resistência à compressão (Mpa) de diferentes marcas de CIV em diferentes tempos de estudo.....	15
--	-----------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	METODOLOGIA	11
2.1	Tipo de estudo e amostra	11
2.1.1	<i>Confecção dos corpos de prova</i>	11
2.1.2	<i>Variações de tempo</i>	13
2.1.3	<i>Exposição a condições que simulem a cavidade oral</i>	13
2.1.4	<i>Teste de resistência a compressão</i>	13
2.2	Análise dos dados	14
3	RESULTADOS	15
4	DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

Os cimentos de ionômero de vidro (CIVs) dentre os materiais restauradores, se caracterizam por possuírem coeficiente de expansão próximo a estrutura dental, biocompatibilidade e baixa toxicidade. Este material foi utilizado primeiramente na década de 70, pelos pesquisadores Wilson e Kent (ELSAKA *et al.*, 2011; MOBERG *et al.*, 2018).

Os CIVs possuem indicações que incluem seu uso em regiões de dentes anteriores e posteriores como material provisório, em restaurações definitivas, como material de base e/ou forramento para um material restaurador definitivo, bem como em Tratamentos Restauradores Atraumáticos (ARTs) e em restaurações classe V (RAGGIO *et al.*, 2010; HALIM e ZAKI, 2011; GAROUSHI *et al.*, 2018).

Os CIVs possuem algumas propriedades que favorecem a sua utilização na odontologia, dentre os quais pode-se destacar: adesão química favorável em esmalte e dentina sendo esta união melhor em estrutura de esmalte, ação anticariogênica em consequência da liberação do flúor, além de capacidade de manutenção do selamento marginal e favorecimento à remineralização (LOHBAUER, 2009).

Todavia, os CIVs possuem algumas limitações visto que é tido como um material poroso, o que pode contribuir para a propagação de microorganismos na estrutura dentária e dificultar o acabamento e polimento, além de exigirem um adequado processo de manipulação e inserção que respeitem o tempo de presa inicial e final, conforme indicações do fabricante, a fim de minimizar fenômenos indesejáveis como sinérese ou embebição (GARCIA-CONTRERAS *et al.*, 2015)

Ao contrário de outros materiais restauradores, como por exemplo, a resina composta os CIVs apresentam limitações em relação às suas propriedades mecânicas, possuindo baixa resistência ao desgaste, à pressão e compressão, porém estudos recentes relatam que as nanopartículas de dióxido de titânio, nano-fluorapatita e nano-hidroxiapatita quando incorporados aos ionômeros convencionais conseguem uma significativa melhora quando submetidos a alguma tensão (GJORGIEVSKA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2016).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar através de um estudo *in vitro* a resistência à compressão de 3 tipos diferentes CIVs convencionais restauradores: o Maxxion-R (FGM®), o Ionglass (MAQUIRA®) e o Yono Cem (YLLER®)

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo de estudo e amostra

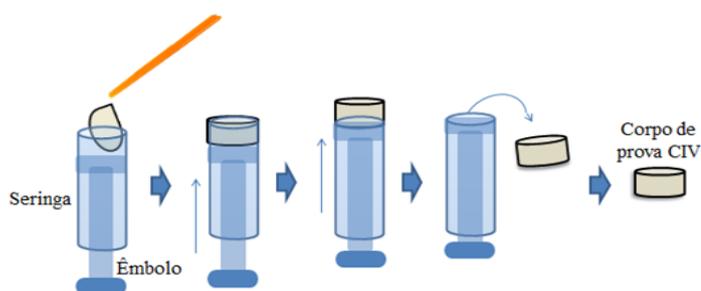
O presente estudo *in vitro* foi realizado no laboratório do curso de Odontologia do Universidade de Fortaleza-UNIFOR. Foi avaliada a resistência à compressão dos seguintes cimentos de ionômeros de vidro (CIV) restauradores convencionais: Maxxion-R (FGM®), Ionglass (MAQUIRA®) e Yono Cem (YLLER®). Para isso foram confeccionados n=24 corpos de provas por grupo de CIV, sendo n=8 para cada tempo de avaliação. Os mesmos passaram por processos que simulavam as condições orais, sendo armazenados em água destilada, nos tempos T₂ (24 horas) ao T₃ (6 meses).

2.1.1 Confeção dos corpos de prova

Os CIVs foram manipulados em placa de vidro segundo recomendação do fabricante e com auxílio da espátula plástica para Ionômero 142 Flexível - JON. A manipulação foi executada por único pesquisador devidamente treinado e calibrado. O processo de manipulação foi executado por um período de 2 a 5 minutos, sendo que a presa inicial dos materiais ocorreram entre 5 a 10 minutos (T₁), conforme recomendações do fabricante.

Os corpos de prova na forma cilíndrica foram confeccionados com auxílio de seringa estéril para irrigação de 5 ml (BD Plastipak®). Esta possui um diâmetro aproximado de 12mm. As seringas foram preenchidas com os CIVs até a marca de 0,4 ml (Fig. 01). Após esse período os corpos de provas eram ejetados da seringa com auxílio do seu próprio êmbolo (Fig. 02).

Figura 01 – Dinâmica de confecção dos corpos de provas.



Fonte: Autoria própria

Figura 2– Cilindro de Cimento de Ionômero de Vidro produzido.

Fonte: Autoria própria

Foram testadas três marcas de CIV's convencionais com função restauradora. As especificações de cada CIV estão dispostas no quadro 1. Durante o estudo utilizou-se uma amostra 72 cilindros, ou seja, um $n=24$ para cada uma das marcas (G1, G2 e G3).

Quadro 01 – Descrição dos cimentos de ionômero de vidro adquiridos para utilização no estudo *in vitro*. Juazeiro do Norte/CE, 2019.

GRUPO	PRODUTO	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO	LOTE	VÁLIDADE
GRUPO 1	MAXXION-R Pó	FGM	MISTURA PÓ E LÍQUIDO: Vidro de Aluminofluorsilicato, Ácido Policarboxílico, Ácido Tartárico, Fluoreto de Cálcio e Água.	LOT 121217	12/19
GRUPO 2	IONGLASS	MAQUIRA	PÓ: Ácido Poliacrílico, Flúorsilicato de Sódio, Cálcio e Alumínio. LÍQUIDO: Ácido Tartárico e Água	LOT 719918	02/20
GRUPO 3	Yono Cem	YILER	PÓ: Ácido Poliacrílico Liofilizado e Óxido de Ferro. LÍQUIDO: Água Destilada, Ácido Tartárico e Ácido Poliacrílico.	LOT 3022	01/20

2.1.2. Variações de tempo

Cada grupo com 24 amostras foi subdividido em diferentes intervalos de tempo, sendo T₁ o grupo de amostras testados após presa do material, T₂ os testados após 24 horas de presa e T₃ para os testados ao final de 6 meses de presa do material. Para cada tempo foram avaliados n=8 corpos de prova.

2.1.3 Exposição a condições que simulem a cavidade oral

Iniciou as imersões em água destilada nos tempos T₂ e T₃ contidos em tubos plásticos (J10) com intuito de emular os fluidos orais. Objetivando ainda mais a semelhança com a cavidade bucal, os tubos com discos imersos em água destilada foram levados à estufa – QUIMIS® (Fig. 7), por um período de 24 horas (tempo estimado de presa total do material) e 6 meses a 37°C, temperatura média similar à da cavidade oral em condições normais.

Figura 03– Estufa (QUIMIS®).



Fonte: Autoria própria

2.1.4 Teste de resistência a compressão

Os corpos de prova foram testados em máquina Instron 4484 (Fig. 8), a qual a distância percorrida pela máquina até a fratura corresponde a 0,5 mm/min., obtendo

como resultado os valores em kiloNewton (kN) sendo então os valores convertidos para Megapascal (MPa).

Figura 4 – Instron 4484®.



Fonte: Autoria própria

2.2 Análise dos dados

Os dados foram inseridos em uma plataforma do *Microsoft Excel* e analisados no *software* IBM SPSS (22.0) mediante estatística descritiva e inferencial: teste de Shapiro-Wilk (teste de normalidade); teste de Levene (teste de verificação de homogeneidade entre variâncias); ANOVA-One-Way (teste de comparação de médias); pós-teste de Tukey (teste de comparações múltiplas, após identificada diferença estatisticamente significativa entre grupos pelo teste ANOVA), adotando-se um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

Verificou-se que os 3 grupos de CIVs convencionais investigados são estatisticamente semelhantes entre si quanto a resistência à compressão após presa inicial (T₁). Já no T₂ houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, onde o Yono Cem mostrou-se superior. No tempo final de 6 meses (T₃) o Ionglas mostrou melhor resistência à compressão.

TABELA 1. Valores de resistência à compressão (Mpa) de diferentes marcas de CIV em diferentes tempos de estudo.

CIVs Avaliados	T ₁	T ₂	T ₃
	Média ±Desvio padrão	Média ±Desvio padrão	Média ±Desvio padrão
G1 (MAXXION-R)	0,06 ± 0,02 Aa	0,24 ± 0,07 Aa	0,12 ± 0,05 ABa
G2 (IONGLASS)	0,13 ± 0,04 Aa	0,36 ± 0,09 Bab	0,50 ± 0,11 Bb
G3 (YONO CEM)	0,07 ± 0,01 Aa	0,42 ± 0,13 Bb	0,28 ± 0,10 Ab

Valores expressos em média ± desvio padrão. Teste estatístico ANOVA e Teste de TUKEY (p<0,05)

Letras = detectam semelhanças entre os grupos. Letras distintas detectam ≠ entre os grupos.

Fonte: Dados da pesquisa. AUTORIA PRÓPRIA.

No que se refere a avaliação do grupo G1 em diferentes tempos se observou que no T₁ houve menor valor de resistência, enquanto que no T₂ houve uma melhora na resistência porém no T₃ apresentou valores menores de resistência quando comparados ao T₂. Já no G2 os tempos T₁, T₂ e T₃ apresentaram diferenças significativas onde o T₃ apresentou valores de resistência melhores quando comparados aos três tempos. No G3 pode se observar um aumento significativamente estatístico entre os tempos T₁ e T₂, sendo que em T₃ houve uma redução significativa sendo assim semelhante estatisticamente ao T₂.

4 DISCUSSÃO

O CIV é um material que possui uma reação ácido-base, e durante o tempo de presa ainda ocorre incorporação dos fragmentos de vidro que estão presentes no pó e na matriz do CIV, com isso é considerada uma reação prolongada e contínua, este material é formado por um pó composto de partículas de cálcio, silicato, vidro e alumínio e por um líquido a base de ácido poliacrílico (KHADEMOLHOSSEINI et al., 2012; SOUZA et al., 2013; BAIG et al., 2015). Conforme Raggio et al. (2010) durante a manipulação, deve-se levar o pó ao encontro com o líquido, nas proporções determinadas pelo fabricante, para que se obtenha uma mistura homogênea e satisfatória do ponto de vista clínico, o ácido poliacrílico que está presente no líquido, quando utilizado em excesso resultará em uma mistura não pegajosa e não terá uma boa adesão ao dente, no entanto ao acrescentar o pó em quantidade maior do que foi indicado, o material ficará consistente com isso acarretará a uma não aderência ao esmalte.

Garcia-Contreras et al. (2015) analisaram que a adesão química ocorrida entre o CIV e o órgão dentário é decorrente da união entre o fosfato presente no dente e o grupo carboxilato que é encontrado no líquido, o material tem maior adesão em esmalte já que na sua composição apresenta 97% de hidroxiapatita e menor em dentina.

A deficiência do CIV nas propriedades mecânicas está relacionada principalmente com a formação de bolhas de ar durante o processo de manipulação e inserção do material na cavidade, com isso os espaços vazios formados resultam em pontos de tensão que são mais suscetíveis a fratura e o torna quebradiço (ELSAKA et al., 2011; GJORGIEVSKA et al., 2015). Alvanforoush et al. (2019) relataram em seu estudo que após a manipulação é possível observar através da consistência do material a incorreta proporção entre pó e líquido, isto possui influência na porosidade do material que é decorrente de uma maior quantidade do pó quando comparado ao líquido.

Na análise de Brito et al. (2009) a reação de presa final ocorrerá em um tempo de 24 horas depois da manipulação e inserção do material na cavidade oral, este tipo de material possui problemas quando submetidos precocemente a umidade, pois podem ocorrer os processos denominados de absorção em que ocorrerá perda de íons cálcio e alumínio, perda da translucidez e erosão da superfície, ou adsorção que resulta na perda de água, ocasionando alteração dimensional, problemas de adesão, trincas e perda de sua resistência.

No presente estudo observou-se que após tempo de presa de 24 horas o MAXXION-R apresentou resistência compressiva estatisticamente inferior quando comparados ao IONGLASS e YONO CEM (estes dois últimos apresentando semelhanças estatísticas). Porém o IONGLASS apresentou melhor resistência a compressão após 6 meses, em comparação ao MAXXION-R e YONO CEM (estatisticamente semelhantes). Esses dados são justificados pelo estudo de Souza et al. (2013), o qual alerta que o comportamento do CIV pode sofrer alterações em até 6 meses.

O resultado de fraturas é decorrente da má distribuição de partículas do pó ao líquido, má ligação das partículas, umidade, penetração de ar durante a mistura e distribuição das partículas de vidro (ILIE et al., 2011; SOUZA et al., 2013). O método de mistura dos CIVs conforme afirmam Avelino et al (2016) tem relação direta com a porosidade presente no material, podendo culminar em um material mais frágil. No presente trabalho esse possível viés foi minimizado pela manipulação realizada por um único operador, bem como pela técnica padronizada realizada para confecção dos corpos de prova. Além disso, o estudo possui as limitações inerentes ao próprio tipo de estudo (in vitro) que não reproduz as reais condições do meio bucal.

Hamouda et al. (2009) abordam que o método diametral é uma escolha para realização de testes compressivos em materiais que possuam baixa resistência a fraturas. Durante o teste o disco de CIV recebe uma força diametral da máquina até que ocorra a quebra, o que leva ao aumento da resistência a tração diametral é o tempo e local em que o material ficou armazenado. No presente estudo, os corpos de prova foram colocados no mesmo meio de armazenamento e período de tempo em relação a cada marca testada, porém nenhuma forma de proteção do material foi avaliada. Alvanforoush et al. (2019) preconizam que o armazenamento e proteção utilizados nos CIVs são essenciais na proteção contra trincas, rachaduras, embebição e sinérese. Assim, indica-se que outros estudos que envolvam a avaliação dos sistemas de proteção e avaliação de resistência à compressão sejam realizados.

CONCLUSÃO

Os 3 grupos de CIV convencionais investigados apresentaram semelhanças estatísticas entre si quanto a resistência à compressão após presa inicial (T₁). Já no momento de 24 horas após presa (T₂), houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, onde o YONO CEM cure mostrou-se superior. No tempo final de 6 meses (T₃) o IONGLASS mostrou melhor resistência à compressão.

REFERÊNCIAS

- ALVANFOROUGH, N.; WONG, R.; BURROW, M.; PALAMARA, J. Fracture toughness of glass ionomers measured with two different methods. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 90, n. 1, p. 208-16, 2019.
- AVELINO, E.L.L.C.; NOGUEIRA, C.O.P.; DORINI, A.L.; CALDAS, S.G.F.R.; GALVÃO, M.R. Comparação da resistência à compressão entre o cimento de ionômero de vidro encapsulado e o sistema pó/líquido. **Revista da Faculdade de Odontologia**, v. 21, n. 2, p. 191-95, 2016.
- BAIG, M. S.; DOWLING, A. H.; CAO, X.; FLEMING, G. J. P. A discriminatory mechanical testing performance indicator protocol for hand-mixed glass-ionomer restoratives. **Dental materials**, v. 31, n. 3, p. 273-283, 2015.
- BRITO, C. R.; VELASCO, L. G.; A. V. C.; BONINI, G. A. V. C.; IMPARATO, J. C. P.; RAGGIO D. P. Glass ionomer cement hardness after different materials for surface protection. **Periodicals**, v. 93, n. 1, p. 1-4, 2009.
- ELSAKA, S. E.; HAMOUDA, I. M.; SWAIN, M. V. Titanium dioxide nanoparticles addition to a conventional glass-ionomer restorative: Influence on physical and antibacterial properties. **Journal of dentistry**, v. 39, n. 9, p. 589-598, 2011.
- GARCIA-CONTRERAS, R.; SCOUGALL-VILCHIS, J. E.; CONTRERAS-BULNES, R.; SAKAGAMI, H.; MORALES-LUCKIE, R. A.; NAKAJIMA H. Mechanical, antibacterial and bond strenght properties oh nano-titanium-enriched glass ionomer cement. **Journal of Applied Oral Science**, v. 23, n. 3, p. 321-328, 2015.
- GAROUSHI, S.; VALLITTU, P.; LASSILA, L. Hollow glass fibers in reinforcing glass ionomer cements. **Dental materials**, v. 33, n. 2, p. 86-93, 2016.
- GJORGIEVSKA, E.; TENDELOO, G.V.; NICHOLSON, J.W.; COLEMAN, N.J.; SLIPPER, I. J.; BOOTH, S. The incorporation oh nanoparticles into conventional glass-ionomer dental restorative cements. **Microscopy and Microanalysis**, v. 21, n. 2, p. 392-406, 2015.
- HALIM, S. A. E.; ZAKI, D. Comparative Evaluation of Microleakage Among Three Different Glass Ionomer Types. **Operative Dentistry**, v. 36, n. 1, p. 36-42, Nov. 2011.
- HAMMOUDA, I. M. Reinforcement of conventional glass-ionomer restorative material with short glass fibers. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, v. 2, n.1, p. 73-81, 2009.
- ILIE, N.; HICKEL, R.; VALCEANU, A. S.; HUTH, K. C. Fracture toughnes s of dental restorative materials. **Clin Oral Invest**, v.16, n. 2, p.489–498, 2012.
- KHADEMOLHOSSEINI, M. R.; BAROUNIAN, M. H.; ESKANDARI, A.; AMINZARE, M.; ZAHEDI, A. M.; GHAHREMANI, D. Development of New Al₂O₃/TiO₂ Reinforced Glass-Ionomer Cements (GICs) Nano-Composites. **Journal of Basic and Applied Scientific Research**, v. 2, n. 8, p. 7526-7529, 2012.

LOHBAUER, U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? — Properties, Limitations and Future Trends. **Materials**, v. 3, n. 1, p. 76-96, 2010.

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, 2018.

RAGGIO, D. A.; BONIFÁCIO, C. C.; BÖNECKER, M.; IMPARATO, J. C. P.; GEE, A. J.; AMERONGEN, W. E. V. Effect of insertior method on knoop hardness oh high viscous glass ionomer cements. **Brazilian Dental Journal**, v. 21, n. 5, p. 439-445, 2010.

SILVA, R. M.; V. PEREIRA, F. V.; MOTA, F. A. P.; WATANABE, E.; SOARES, S. M. C. S.; SANTOS, M. H. Dental glass ionomer cement reinforced by cellulose microfibers and cellulose nanocrystals. **Materials Science and Engineering C**, v. 58, n. 1, p. 389-395, 2016.

SOUZA, M. I. A. V.; AZEVEDO, E. R.; SANTOS-PINTO, A. M.; ZUANON, A. C. C. Resistência a tração diametral de cimentos de ionômero de vidro submetidos à aplicação de ondas de ultrassom. **Revista Odontologia da UNESP**, v. 42, n. 3, p. 172-175, 2013.