

Análise da dureza de um novo material restaurador para ART: Glass Carbomer

Analysis of the hardness of a new restorative material for ART: Glass Carbomer

Célia Maria Condeixa de França LOPES^{a*}, Edward Werner SCHUBERT^a, Alessandra REIS^a,
Denise Stadler WAMBIER^a

^aUEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil

Resumo

Objetivo: Este estudo avaliou a microdureza de dois materiais ionoméricos – Glass Carbomer (GC-GCP Dental) e Riva Light Cure (RL-SDI) – em combinação com quatro unidades fotopolimerizadoras (Carbo LED lamp, GCP-Dental; Demi LED curing light, Kerr; Poli Wireless, Kavo; Radii Plus, SDI). **Material e método:** Foram confeccionados 80 corpos de prova seguindo a orientação dos fabricantes, sendo 40 para cada material ionomérico e, para cada 10 corpos de prova, uma das unidades fotopolimerizadoras foi utilizada. Após sete dias de armazenamento em água destilada e temperatura ambiente, os 80 corpos de prova foram submetidos ao teste de microdureza Vickers (microdurômetro HMV 2T). Cinco indentações foram realizadas em cada corpo de prova (centro, extremidades direita e esquerda, e superior e inferior). O ensaio foi realizado sob uma carga de 100 gramas, com tempo de penetração de dez segundos. **Resultado:** Independentemente da unidade fotopolimerizadora, o Riva Light Cure (RL-SDI) apresentou menor microdureza que o material Glass Carbomer (GC-GCP-Dental). A microdureza do Glass Carbomer (GC-GCP-Dental) foi influenciada pelo tipo de unidade fotopolimerizadora utilizada como fonte de calor. A análise de variância e o Teste de Tuckey ($p < 0,05$) mostraram que a interação dos fatores ‘material’ vs. ‘unidade fotopolimerizadora’ ($p < 0,001$) e os fatores principais ‘material’ ($p < 0,001$) e ‘unidade fotopolimerizadora’ ($p = 0,002$) foram estatisticamente significantes. **Conclusão:** O material ionomérico Glass Carbomer (GCP- Dental) apresentou valor de microdureza significativamente superior quando comparado com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Riva Light Cure (SDI), independentemente da unidade fotopolimerizadora utilizada.

Descritores: Cimento de ionômero de vidro; materiais dentários; teste de dureza; unidades fotopolimerizadoras.

Abstract

Objective: This study evaluated the microhardness of two encapsulated ionomer materials – Glass Carbomer (GC-GCP Dental) and Riva Light Cure (RL-SDI) in combination with four light curing units (Carbo LED lamp, GCP-Dental, Demi LED curing light, Kerr, Poli Wireless, Kavo, Radii Plus, SDI). **Material and method:** Eighty specimens were prepared following the manufacturer’s guidelines, 40 for each ionomer material and for 10 specimens, one light curing unit was used. After 7 days of storage in distilled water and at room temperature, 80 specimens were tested with the Vickers hardness (microhardness HMV 2T, Shimadzu, Japan). Five indentations were performed on each specimen (center, right, left, top and bottom). The test was carried out under a load of 100 g, with a 10 second penetration time. **Result:** Independent of the curing unit the Riva Light Cure (RL-SDI) obtained the lower hardness than the material Glass Carbomer (GC-GCP-Dental). The microhardness of Glass Carbomer (GC-GCP-Dental) was influenced by the type of curing unit used as a heat treatment. The analysis of variance and Tukey test ($p < 0.05$) showed that the interaction of factors material vs. curing unit ($p < 0.001$), the main factor material ($p < 0.001$) and curing unit ($p = 0.002$) were statistically significant. **Conclusion:** The ionomeric material Glass Carbomer (GCP-Dental) had significantly higher hardness value when compared with glass ionomer modified by resin Riva Light Cure (SDI), regardless of the light curing unit used.

Descriptors: Glass ionomer cements; dental materials; hardness tests; curing lights dental.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do Tratamento Restaurador Atraumático – ART (*Atraumatic Restorative Treatment*), que elegeu o cimento de ionômero de vidro como primeira opção de material para as restaurações atraumáticas¹, sem dúvida, atraiu a atenção dos fabricantes de materiais, de pesquisadores e clínicos, ampliando e diversificando o emprego desses materiais adesivos na Odontologia. As primeiras pesquisas com a técnica ART foram realizadas com cimentos de ionômero de vidro convencionais, depois substituídos pelos de alta viscosidade, mais resistentes, o que possibilitou maior longevidade das restaurações². Estes têm apresentado desempenho positivo em restaurações de uma face, tanto em dentes decíduos como em dentes permanentes^{1,2}; porém, a sua efetividade em restaurações de múltiplas faces precisa ser melhorada³. As falhas mais frequentes encontradas nas restaurações de ART em mais de uma superfície são a perda total da restauração e a fratura, geralmente atribuídas às propriedades dos materiais^{4,5}.

O carbômero de vidro (Glass Carbomer) surgiu como uma nova opção de material restaurador, sendo autocura, quimicamente semelhante aos cimentos de ionômero de vidro convencionais⁶, diferindo por suas partículas de pó nanométricas e fluorapatita em sua composição⁷, que promovem reforço ao material quando utilizado nas restaurações⁸. Além disso, por definição, o carbômero de vidro requer uma energia (calor) que é aplicada a partir de uma fonte de luz de 1.400mW/cm², por 60-90s, sendo a lâmpada CarboLED (GCP-Dental, Vianen, Holanda) a indicada pelo fabricante para acelerar a reação de presa e conseguir a excelência nas propriedades desse material.

A aplicação de um dispositivo ultrassônico e de um dispositivo de calor direto em cimentos de ionômero de vidro tem demonstrado uma melhora nas suas propriedades mecânicas, conseguida através da aceleração da reação de presa inicial do material, *in vitro*^{9,10}. A reação de presa inicial, tipo ácido-base, ocorre nos primeiros dez minutos após a mistura, formando um sal de hidrogel que atua como matriz de ligação entre as partículas de vidro. Nesta fase, os ionômeros de vidro são sensíveis à absorção de água e esta sensibilidade resulta no amolecimento da superfície; como consequência, apresentam um comportamento mecânico desfavorável. Portanto, o conhecimento básico da reação de presa e da sua cinética dará uma melhor compreensão das propriedades mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro.

O objetivo deste estudo foi avaliar a microdureza de dois materiais ionoméricos, utilizados na técnica ART, submetidos à diferentes unidades fotopolimerizadoras utilizadas como fonte de luz e calor.

A hipótese nula testada foi: (1) que os materiais ionoméricos teriam os maiores valores de microdureza quando submetidos à maior fonte de luz e calor; (2) o glass carbomer teria um maior valor de microdureza quando submetido ao calor gerado pela unidade fotopolimerizadora de seu fabricante, e (3) o mesmo acontecendo com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina.

MATERIAL E MÉTODO

Materiais Empregados

Foram testados, neste estudo, dois materiais ionoméricos (Glass Carbomer - GC, GCP-Dental, Vianen, Holanda, e Riva Light Cure - RL, SDI, Victoria, Austrália) (Tabela 1), em combinação com quatro unidades fotopolimerizadoras (Carbo LED lamp, GCP-Dental, Vianen, Holanda; Demi LED curing light, Kerr, Orange, USA; Poli Wireless, Kavo, Joinville, Brasil, e Rádi Plus, SDI, Victoria, Austrália) (Tabela 2).

Confecção dos Corpos de Prova

Foram confeccionados 40 corpos de prova de cada material (5 mm de diâmetro e 2 mm de espessura), preenchendo-se uma matriz metálica com os materiais preparados conforme orientação de seus fabricantes. Para cada dez unidades, utilizava-se uma das quatro unidades fotopolimerizadoras.

Manuseio das cápsulas: logo após o rompimento do lacre interno da cápsula do material, utilizando-se de pressão manual, esta foi devidamente posicionada em um misturador (Ultramat 2, SDI, Victoria, Austrália), que realiza movimentos elípticos duplos, permitindo a mistura de pó e líquido. Concluído o tempo de homogeneização da mistura, 10 s, as cápsulas foram adaptadas ao aplicador (Riva Applicator 2, SDI, Victoria, Austrália) e seu conteúdo depositado no interior da matriz vaselinada (Vaselina sólida, Quimidrol, Joinville, Brasil), para confecção do corpo de prova. Em uma placa de vidro, foi posicionada uma tira de poliéster (TDV Dental Ltda., Pomerode, Brasil) e, sobre essa tira, colocou-se a matriz para receber um dos materiais.

A superfície do material Glass Carbomer (GCP-Dental, Vianen, Holanda) foi protegida pela substância isolante GCP Gloss (GCP-Dental, Vianen, Holanda), de acordo com a recomendação do fabricante. Após esse procedimento, uma tira de poliéster (TDV Dental Ltda.) foi posicionada em cima do corpo de prova e, com uma placa de vidro, o material foi comprimido para extravasar o excesso e permitir a obtenção de uma superfície lisa. Para os corpos de prova confeccionados com o Glass Carbomer

Tabela 1. Materiais Ionoméricos empregados no estudo

Material/Nome Comercial	*Composição	Lote
Glass Carbomer (GCP Dental - Vianen, Holanda)	Cimento restaurador, autocura, quimicamente semelhante ao ionômero de vidro convencional, livre de monômero, com nanopartículas de pó e fluorapatita.	7212969
Riva Light Cure (SDI - Victoria, Austrália)	Cimento restaurador à base de ionômero de vidro reforçado com resina composta.	J12031EG

*De acordo com as informações do fabricante.

(GCP-Dental), foi realizado um tratamento de calor com a unidade fotopolimerizadora por 60 s e o Riva Light Cure (SDI) foi fotoativado por 20 s, conforme indicação dos fabricantes, logo após a remoção do excesso de material. As unidades fotopolimerizadoras tiveram a sua potência aferida por um radiômetro analógico Demetron (Kerr, Orange, EUA), previamente à confecção de cada corpo de prova, para que houvesse a garantia da capacidade plena no que diz respeito à intensidade de luz.

A quantidade de energia térmica, assim como a capacidade luminosa das unidades fotopolimerizadoras, foram mensuradas em um dispositivo para testes funcionais (Jiga de Testes) desenvolvido pela Fundação CERTI/UFSC (Florianópolis, Brasil). Para a aferição da energia térmica, este equipamento possui um sensor térmico semiconductor modelo DS18B20 (MAXIM, San Jose, CA, USA), sendo a capacidade luminosa identificada por um espectrômetro modelo CYPHER H BRC741E-512 (B&W TEK Inc., Newark, DE, USA), ambos embutidos no próprio equipamento. Para o reconhecimento da energia térmica e da capacidade luminosa, os sensores foram gerenciados por um *software* de instrumentação desenvolvido em plataforma LABVIEW (National Instruments, Austin, TX, USA). Este equipamento foi previamente aferido antes de cada leitura, garantindo a fidelidade dos resultados.

Os valores obtidos de temperatura das unidades fotopolimerizadoras estão apresentados na Tabela 3.

As superfícies de topo dos corpos de prova foram identificadas com um ponto na região norte, com uma caneta para retroprojektor (Pilot, São Paulo, Brasil) de cor preta. Após a identificação, os corpos de prova foram individualmente imersos em água destilada (Quimidrol, Joinville, Brasil), em frascos de vidro, cor âmbar (Embaleve, Joinville, Brasil), e armazenados em temperatura ambiente (23°C), durante sete dias.

Teste de Microdureza

Os corpos de prova foram submetidos ao teste de microdureza Vickers, utilizando-se o microdurômetro HMV 2T MicroHardness Tester (Shimadzu Corp., Kyoto, Japão). Foram realizadas cinco indentações, em cada corpo de prova, sendo estas posicionadas a norte, centro, sul, leste e oeste, respectivamente. O ensaio foi realizado sob uma carga de 100 gramas, com tempo de penetração de dez segundos. Quanto à indentações das extremidades, foi respeitado a distância de 1 mm da margem do corpo de prova, a fim de garantir o resultado sem fragilizar o material. A leitura dos testes de microdureza foi realizada com a ponta de diamante Vickers, que produz uma indentações com formato quadrado. Uma vez determinado o ponto de início/término de cada uma das duas linhas da indentações, a média da leitura das duas diagonais formadas (μm) foi convertida em valores de Microdureza Vickers (HV) pelo próprio aparelho.

Análise Estatística

Para cada corpo de prova, foi realizada uma média dos cinco dados de microdureza coletados. Estes dados foram submetidos a uma análise de variância de dois fatores (Material vs. Unidade

Fotopolimerizadora) e ao Teste de Tukey, para contraste das médias. Valores de 'p' inferiores a 0,05 foram considerados significantes.

RESULTADO

A análise de variância mostrou que a interação dos fatores 'material' vs. 'unidade fotopolimerizadora' ($p < 0,001$) e os fatores principais 'material' ($p < 0,001$) e 'unidade fotopolimerizadora' ($p = 0,002$) foram estatisticamente significantes (Tabela 4).

Independentemente da unidade fotopolimerizadora, o material Riva Light Cure (SDI) apresentou menor microdureza do que o

Tabela 2. Unidades Fotopolimerizadoras empregadas no estudo

Nome Comercial	*Comprimento de onda	*Intensidade de Luz (mW/cm^2)
Carbo Led lamp (GCP Dental - Vianen, Holanda)	450-470 nm	1400
Demi Led curing light (Kerr - Orange, USA)	450-470 nm	1330
Poli Wireless (Kavo - Joinville, Brasil)	420-480 nm	1100
Radii Plus (SDI - Victoria, Austrália)	440-480 nm	1500

*De acordo com as informações do fabricante.

Tabela 3. Medições de temperatura das Unidades Fotopolimerizadoras

Unidades Fotopolimerizadoras	Temperatura (°C) Em 60s
Carbo Led lamp (GCP Dental)	63,1
Radii Plus (SDI)	48,9
Poli Wireless (Kavo)	44,9
Demi Led curing light (Kerr)	43,9

Tabela 4. Valores de microdureza dos materiais conforme as Unidades Fotopolimerizadoras

	Glass Carbomer	Riva Light Cure
Carbo Led lamp	60,4 \pm 5,9 c	37,7 \pm 10,4 d
Radii Plus	78,7 \pm 7,1a	34,3 \pm 1,7 d
Poli Wireless	71,8 \pm 9,1 a,b	35,0 \pm 3,1 d
Demi Led curing light	65,3 \pm 8,5 b,c	34,5 \pm 2,0 d

Valores identificados com a mesma letra são estatisticamente semelhantes ($p > 0,05$).

material Glass Carbomer (GCP-Dental). A microdureza do Glass Carbomer (GCP-Dental) foi influenciada pelo tipo de unidade fotopolimerizadora. Observou-se que o Glass Carbomer (GCP-Dental), quando fotoativado pelo fotopolimerizador CarboLed (GCProducts), apresentou microdureza inferior àquela obtida quando as demais unidades foram utilizadas.

DISCUSSÃO

A busca por materiais com melhores propriedades mecânicas é necessária para se alcançar uma maior taxa de sobrevivência em restaurações ART de múltiplas faces. Apesar de os materiais ionoméricos, dosados e misturados manualmente, serem mais utilizados em restaurações ART e de estes terem maior número de estudos científicos publicados, para este estudo, foram selecionados materiais encapsulados. A mistura mecanizada minimiza o erro do operador e a pré-dosagem das cápsulas possibilita a adição de mais pó à mistura, conferindo melhores propriedades mecânicas ao material¹¹.

O termo 'dureza' está relacionado com a resistência que um material apresenta quando submetido a uma indentação. A realização do teste de microdureza superficial permite avaliar a degradação e a durabilidade de materiais odontológicos, observando o efeito do meio de armazenamento como indicador de desgaste superficial e também para monitorar o processo de endurecimentos dos cimentos¹². Neste estudo, observou-se que o Glass Carbomer (GC Dental) apresentou o maior valor de microdureza (Vickers 78,7), estatisticamente superior ao maior valor de microdureza (Vickers 37,8) encontrado para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Riva Light Cure (SDI), ambos armazenados por sete dias em água destilada. Este valor encontrado para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina é inferior ao valor de 42,28 de microdureza Vickers encontrado na literatura para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji II (GC Corporation), sem período de armazenamento¹³. Estes dados vêm de encontro ao estudo¹⁴, que observou uma maior absorção de água, nas primeiras 24 horas, pelos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina em comparação aos cimentos de ionômero de vidro convencionais. A absorção de água dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina está relacionada com a sua composição química, particularmente com a presença dos grupos funcionais hidrofílicos em sua matriz polimérica reticulada formada pela fotopolimerização de monômeros, tais como o HEMA, que possuem estes grupos hidrófilos polarizados. A água atua como um plastificante, dissolvendo parcialmente os componentes do cimento, alterando a sua rede, resultando numa ligeira diminuição irreversível da sua resistência à flexão e da sua dureza. No entanto, não se deve concluir que estes materiais não são adequados para utilização em aplicações em contato direto com fluidos orais. Em um ambiente oral, os constituintes da saliva, sais minerais e proteínas, certamente diminuirão a taxa de absorção de água, retardando os seus efeitos¹⁴.

A média dos valores de microdureza Vickers demonstrados neste estudo para o Glass Carbomer (GCP-Dental), armazenado por sete dias em água destilada, foi de 69,05, aproximando-se dos

valores de microdureza 67 para o Ketac Silver (Espes)¹² e 74,2 para o Argion Molar (Voco)¹³, dos cimentos de ionômero de vidro reforçados por prata - CERMET. A inclusão de partículas de prata na composição dos cimentos de ionômero de vidro melhora consideravelmente algumas de suas propriedades mecânicas – em especial, a microdureza superficial¹⁵. Desta forma, pode-se pressupor que o Glass Carbomer (GCP-Dental), que não contém em sua composição quaisquer resinas, solventes ou metais, apresente desempenho clínico similar ao dos CERMETs.

Os valores de microdureza do Glass Carbomer (GCP Dental) foram influenciados pelo tipo de unidade fotopolimerizadora utilizada como fonte de calor, concordando com outro estudo¹⁶, que também encontrou diferença significativa na microdureza desse material (média de 58,44), quando utilizadas duas diferentes unidades fotopolimerizadoras, geradoras de calor, após 24 horas de armazenamento em um ambiente com 100% de umidade. No presente estudo, observou-se que as quatro unidades fotopolimerizadoras também proporcionaram resultados de microdureza estatisticamente diferentes, atingindo uma média superior (69,05) à do estudo supracitado. Como o calor acelera reações químicas¹⁰, a indicação do fabricante do Glass Carbomer (GCP Dental) para utilização de uma fonte de calor tem como objetivo acelerar a reação de formação da matriz^{6,9} deste material, melhorando suas propriedades mecânicas. Também vale ressaltar as limitações encontradas quando comparamos os dados deste estudo com os encontrados na literatura devido às diferenças metodológicas dos estudos analisados.

O maior valor de microdureza Vickers alcançado pelo material Glass Carbomer (GCP Dental), que foi submetido ao tratamento de calor com unidades fotopolimerizadoras e teve sua superfície protegida pelo *gloss* indicado pela empresa fabricante, GCP Gloss (GCP Dental), neste estudo, foi de 78,7. Esse valor é superior ao relatado em outro estudo (67,6)⁶, que avaliou o efeito da proteção de superfície e aplicação de calor (indicado pelo fabricante) sobre o comportamento mecânico do Glass Carbomer (GCP Dental) e observou que não houve diferença significativa entre os valores de microdureza Vickers encontrados para o Glass Carbomer (GCP Dental) com ou sem proteção de superfície⁶. Esse fato pode ser explicado pela diferente composição química do Glass Carbomer (GCP Dental), livre de monômero. Os protetores de superfície utilizados nos cimentos de ionômero de vidro consistem basicamente de monômeros de metacrilato que são polimerizados, de acordo com os fabricantes, permitindo um melhor isolamento e proteção da mistura do cimento⁶. No presente estudo, essa variável, proteção superficial, não foi avaliada.

Neste estudo, as diferenças encontradas nas microdurezas do Glass Carbomer (GCP Dental), obtidas a partir das quatro diferentes unidades fotopolimerizadoras utilizadas como fonte de calor, em que a unidade indicada pelo fabricante não obteve o melhor resultado, confirmam dados da literatura, que afirmaram que as propriedades mecânicas dos materiais ionoméricos são basicamente influenciadas pelo tipo do cimento e pela sua microestrutura; portanto não é necessária a exposição à temperatura elevada⁶ para melhorar o comportamento mecânico deste material.

Os dois materiais ionoméricos foram comparados em relação à sua microdureza (Vickers) e foi constatado que o cimento de

ionômero de vidro modificado por resina Riva Light Cure (SDI) apresentou valores menores (35,37), independentemente da unidade fotopolimerizadora, comparados aos obtidos do carbômero de vidro, Glass Carbomer (GCP Dental). Estes resultados confirmam os achados da literatura⁶, em que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina - Fuji II LC (GC) e Photac Fil Quick Aplicap (3M ESPE) obtiveram, respectivamente, os valores de 63,4 e 48,6 de microdureza Vickers. A microdureza do Glass Carbomer (GCP Dental) mostrou-se maior (67,6) quando comparada com a microdureza dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, provavelmente pelas diferentes formas e pelos diferentes tamanhos das partículas de vidro, e por sua maior integração na matriz do polímero. Há uma correlação entre partículas de vidro de tamanho menores e maiores valores de dureza¹⁷.

Neste estudo, foi observado que há uma inter-relação, favorável ou não, entre a associação de uma unidade fotopolimerizadora com um tipo de material ionomérico. Observou-se que a utilização conjunta do fotopolimerizador Radii Plus (SDI), como fonte de calor, com o material Glass Carbomer (GCP-Dental) resultou em maiores valores de microdureza Vickers (78,7); por outro lado, este mesmo material, quando realizado o tratamento de calor com o aparelho Carbo Led lamp (GCProducts), indicado pelo fabricante, apresentou menores valores (60,4) de microdureza. Também foi observado que a associação da unidade fotopolimerizadora Carbo Led lamp (GCProducts) com o material Riva Light Cure

(SDI) resultou em uma microdureza de 37,7, o maior valor de microdureza Vickers apresentado por este material. E, com a unidade fotopolimerizadora Radii Plus (SDI), o material Riva Light Cure (SDI) apresentou os menores valores (34,3) de microdureza. A unidade fotopolimerizadora Carbo Led lamp (GCProducts) é fabricada com a finalidade exclusiva de melhorar as propriedades mecânicas do material Glass Carbomer (GCP Dental), devido à sua alta geração de calor; observe-se que não foi encontrado consenso com o fabricante neste estudo. Não há a necessidade de se utilizar o calor para melhorar as propriedades mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro, quando são utilizados para restaurar dentes¹⁸.

Os resultados deste estudo demonstraram que há diferença nas propriedades mecânicas, dureza, dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina em relação ao carbômero de vidro, provavelmente devido a composição, a microestrutura destes cimentos e a sua inter-relação com as diferentes unidades fotopolimerizadoras.

CONCLUSÃO

O material ionomérico Glass Carbomer (GCP - Dental) apresentou valor de microdureza significativamente superior quando comparado com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Riva Light Cure (SDI), independentemente da unidade fotopolimerizadora utilizada como fonte de calor.

REFERÊNCIAS

1. Zanata RG, Fagundes TC, Freitas MC, Lauris JR, Navarro MF. Ten-year survival of ART restorations in permanent posterior teeth. *Clin Oral Investig*. 2011 Apr;15(2):265-71. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-009-0378-x>. PMID:20140470.
2. Amorin RG, Leal SC, Frencken JE. Survival of atraumatic restorative treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2012 Apr;16(2):429-41. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-011-0513-3>. PMID:21274581.
3. Frencken JE, Leal SC, Navarro MF. Twenty-five-year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview. *Clin Oral Investig*. 2012 Oct;16(5):1337-46. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-012-0783-4>. PMID:22824915.
4. Eden E, Topaloglu-Ak A, Frencken JE, Van't Hof M. Survival of self-etch adhesive class II composite restorations using ART and conventional cavity preparations in primary molars. *Am J Dent*. 2006 Dec;19(6):359-63. PMID:17212078.
5. Franca C, Colares V, Van Amerogen EV. Two-year evaluation of the atraumatic restorative treatment approach in primary molars class I and II restorations. *Int J Paediatr Dent*. 2011 Jul;21(4):249-53. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-263X.2011.01125.x>. PMID:21401749.
6. Menne-Happ U, Ilie N. Effect of gloss and heat on the mechanical behaviour of a glass carbomer cement. *J Dent*. 2013 Mar;41(3):223-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2012.11.005>. PMID:23174652.
7. Koenraads H, Van der Kroon G, Frencken JE. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. *Dent Mater*. 2009 Apr;25(4):551-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2008.12.008>. PMID:19211138.
8. Chen X, Du M, Fan M, Mulder J, Huysmans MC, Frencken JE. Effectiveness of two new types of sealants: retention after 2 years. *Clin Oral Investig*. 2012 Oct;16(5):1443-50. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-011-0633-9>. PMID:22124610.
9. Kleverlaan CJ, van Duinen RNB, Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dent Mater*. 2004 Jan;20(1):45-50. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00067-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00067-8). PMID:14698773.
10. Algera TJ, Kleverlaan CJ, Gee AJ, Prah-Andersen B, Feilzer AJ. The influence of accelerating the setting rate by ultrasound or heat on the bond strength of glass-ionomers used as orthodontic bracket cements. *Eur J Orthod*. 2005 Oct;27(5):472-6. <http://dx.doi.org/10.1093/ejo/cji041>. PMID:16049039.
11. van Duinen RN, Kleverlaan CJ, Gee AJ, Werner A, Feilzer AJ. Early and long-term wear of "fast-set" conventional glass-ionomer cements. *Dent Mater*. 2005 Aug;21(8):716-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2004.09.007>. PMID:16026667.
12. Ellakuria J, Triana R, Mínguez N, Soler I, Ibaseta G, Maza J, et al. Effect of one-year water storage on the surface microhardness of resin-modified versus conventional glass ionomer cements. *Dent Mater*. 2003 Jun;19(4):286-90. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(02\)00042-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(02)00042-8). PMID:12686292.

13. Bala O, Arisu HD, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *Eur J Dent.* 2012 Jan;6(1):79-86. PMID:22229011.
14. Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Payan J, Moya F, Meyer JM. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater.* 1999 Jan;15(1):71-8. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(99\)00016-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(99)00016-0). PMID:10483398.
15. McLean JW. Cermet cements. *J Am Dent Assoc.* 1990 Jan;120(1):43-7. <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.1990.0021>. PMID:2104882.
16. Gorseta K, Glavina D, Skrinjaric I. Microhardness of the new developed Glasscarbomer cement. *J Dent Res.* 2010;89(Spec Iss B):2273.
17. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2000 Mar;16(2):129-38. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(99\)00093-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(99)00093-7). PMID:11203534.
18. Menne-Happ U, Ilie N. Effect of heat application on the mechanical behaviour of glass ionomer cements. *Clin Oral Investig.* 2014;18(2):643-50. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-013-1005-4>. PMID:23740319.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Célia Maria Condeixa de França Lopes, UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Campus Uvaranas, Avenida General Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900 Ponta Grossa - PR, Brasil, e-mail: cmcflopes@gmail.com

Recebido: Maio 24, 2015
Aprovado: Outubro 14, 2015