

# Avaliação da liberação de flúor e da capacidade de recarga em diferentes cimentos de ionômero de vidro

*Evaluation of the fluoride release and ability to recharge in different glass ionomer cements*

Yasmine Mendes PUPO<sup>ax</sup>, Thaís BAKAUS<sup>a</sup>, Paulo Vitor FARAGO<sup>a</sup>, Lea Rosa Chioca FERRO<sup>b</sup>,  
Osnara Maria Mongruel GOMES<sup>a</sup>, João Carlos GOMES<sup>a</sup>

<sup>a</sup>UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil

<sup>b</sup>UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar a liberação e a capacidade de recarga de flúor de diferentes cimentos de ionômero de vidro, durante a simulação de desafio cariogênico. **Material e método:** Foram confeccionados 12 corpos de prova para cada grupo experimental, com cimentos de ionômero de vidro convencionais – Maxxion R (FGM), Ketac Molar EasyMix (3M ESPE); cimento de ionômero de vidro modificado por resina – Vitrebond (3M ESPE), e resina composta, Filtek™ Z350XT (3M ESPE), como controle negativo. Os corpos de prova foram imersos alternadamente em sistema de ciclagem de pH, permanecendo 6 horas na solução de desmineralização e 18 horas na de remineralização, sendo mantidos em estufa a 37°C. Liberação de flúor foi verificada 1, 2, 7 e 14 dias antes e após a recarga com flúor, com eletrodo específico acoplado ao aparelho analisador de pH/fluoretos, calibrado a cada medição com soluções de fluoreto de sódio a 1 e 10 ppm, preparadas com TISAB II. Para leitura, foi adicionado 0,5 mL da amostra a igual volume de TISAB II. Recarga foi realizada com flúor neutro 2% por 4 minutos nas amostras, lavadas e imersas novamente nas soluções do sistema de ciclagem de pH. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). **Resultado:** A liberação inicial de fluoreto ( $\mu\text{gF}/\text{cm}^2$ ) foi de 45,36; 37,49, e 26,35 para Maxxion R, Vitrebond e Ketac Molar EasyMix, respectivamente. Diferenças estatísticas significativas entre os materiais foram verificadas antes e após a recarga ( $p=0,001$ ). Após a aplicação tópica de flúor, os cimentos de ionômero de vidro apresentaram capacidade de recarga de flúor. **Conclusão:** Cimentos de ionômero de vidro avaliados foram capazes de liberar flúor em soluções de ciclagem de pH e podem recarregar flúor através da aplicação tópica.

**Descritores:** Cimentos de ionômeros de vidro; desmineralização; flúor; fluoreto de sódio.

## Abstract

**Objective:** To evaluate the ability to fluoride release and recharge in the different glass ionomer cements during simulation of cariogenic challenge. **Material and method:** Twelve samples were made for each experimental group: conventional glass ionomer cements, Maxxion R (FGM), Ketac Molar EasyMix (3M ESPE); resin modified glass ionomer cement, Vitrebond (3M ESPE); and composite resin Filtek™ Z350XT (3M ESPE), negative control. The samples were immersed alternately in pH cycling method, remaining 6 hours in demineralization solution and 18 hours in remineralization solution and maintained at 37 °C. Fluoride release was measured 1, 2, 7, and 14 days before and after recharging with specific electrode coupled to the analyzer apparatus pH/fluoride, each measurement with calibrated solutions of sodium fluoride to 1 and 10 ppm, prepared with TISAB II. For reading was added 0.5 mL of sample to an equal volume of TISAB II. Recharging was made with neutral sodium fluoride to 2% for 4 minutes in the samples, washed and again immersed pH cycling solutions. Data were subjected to two-way ANOVA and Tukey's *post-hoc* test ( $\alpha = 0.05$ ). **Result:** The initial fluoride release ( $\mu\text{gF}/\text{cm}^2$ ) was 45.36 ; 37.49 and 26.35 for Maxxion R, Vitrebond and Ketac Molar EasyMix, respectively. Significant differences between the materials before and after recharging were observed ( $p=0.001$ ). After topical application of fluoride, both showed ability to recharge. **Conclusion:** The glass ionomer cements evaluated were capable of releasing fluoride in pH cycling solutions and may recharge through of a topical application.

**Descriptors:** Glass ionomer cements; demineralization; fluorine; sodium fluoride.

## INTRODUÇÃO

As propriedades antibacterianas e cariostáticas dos cimentos de ionômero de vidro estão relacionadas com a quantidade e o tempo de flúor liberado<sup>1,2</sup>. Estudos demonstram que uma pequena quantidade de flúor liberada por longos períodos de tempo é suficiente para que aumente a remineralização e diminua a desmineralização, prevenindo, assim, a doença cárie<sup>3,4</sup>. Diante disso, materiais odontológicos com capacidade de recarga são uma alternativa para obter uma liberação baixa e contínua de flúor para o meio bucal.

Os cimentos de ionômero de vidro têm sofrido contínuo melhoramento de suas propriedades e tornaram-se populares como material restaurador, devido à sua adesividade e à capacidade de liberação de flúor<sup>2</sup>, sendo muito utilizados em pacientes com alto risco e atividade de cárie, como, por exemplos, em colagem de bráquetes ortodônticos e adequações bucais<sup>5</sup>. Além disso, atribui-se, aos cimentos de ionômero de vidro, serem biocompatíveis e possuírem estética aceitável<sup>6</sup>.

Uma das categorias destes materiais são os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, que consistem, essencialmente, de ionômero de vidro convencional combinado em torno de 20% de componentes orgânicos de monômeros fotopolimerizáveis, sendo ativados com luz visível<sup>7,8</sup>. Foram desenvolvidos para melhorar as propriedades mecânicas e reduzir a sensibilidade da umidade inicial de cimentos de ionômero de vidro convencionais<sup>9-11</sup>. Estes materiais são apresentados comercialmente de diversas formas, como por exemplos, pó e líquido, encapsulados ou em seringas prontas para o uso.

Devido ao fato de o flúor ser um dos principais elementos no controle da doença cárie, há grande interesse em pesquisas sobre seu mecanismo de ação<sup>5</sup>. Assim, o presente estudo teve como objetivo comparar a liberação de flúor de materiais com diferentes comportamentos físico-químicos, cimentos de ionômero de vidro modificado por resina e convencional, durante a simulação de desafio cariogênico, em soluções de desmineralização/remineralização, antes e após a recarga com fluoreto de sódio.

## MATERIAL E MÉTODO

Os cimentos de ionômero de vidro avaliados foram: convencionais Ketac Molar Easy Mix (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) e Maxxion (FGM, Joinville, SC, Brasil); o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitrebond (3M ESPE, St Paul, MN, EUA), e como controle negativo, a resina composta Filtek Z350XT (3M ESPE, St Paul, MN, EUA). Foram confeccionados 12 corpos de prova para cada marca comercial, sendo distribuídos uniformemente em sistema de ciclagem de pH (soluções de desmineralização e remineralização, alternadamente). Os materiais foram proporcionados seguindo as recomendações dos fabricantes. Os cimentos de ionômero de vidro foram manipulados em placa de vidro grossa resfriada, com espátula de plástico. O ambiente de trabalho foi mantido resfriado em uma temperatura média de 23°C ± 1°C e desumidificação do ambiente.

Os corpos de prova foram confeccionados com 11,0 mm de diâmetro e 1,5 mm de altura, com uma área de superfície de 241,78 mm<sup>2</sup>, a partir de moldes em tubos de nylon confeccionados

exclusivamente para este fim. Foi aplicada uma fina camada de vaselina na porção interna do molde com um pincel. O molde foi colocado sobre uma placa de vidro, sobre uma tira de poliéster (TDV Dental Ltda., Pomerode, SC, Brasil).

O material foi inserido em único incremento, na matriz, lentamente, com auxílio da seringa Centrix (DFL, Indústria e Comércio SA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), para evitar a formação de bolhas de ar. Em seguida, foi colocada outra tira de poliéster sobre o molde preenchido e, sobre esta, colocada outra placa de vidro, sendo feita uma pressão digital durante 1 minuto.

O ionômero de vidro modificado por resina foi também manipulado de acordo com as instruções do fabricante e, posteriormente, inserido na matriz por meio do uso da seringa descartável de 1 mL, fotopolimerizado com o aparelho Raddi Plus (SDI, Bayswater, Victoria, Austrália), com intensidade de luz aferida em 400 mW/cm<sup>2</sup>, conforme leitura em radiômetro, durante 40 segundos na superfície do conjunto lâmina de vidro/matriz nos dois lados, aguardando-se 20 minutos até a remoção da matriz.

Após a presa inicial (4 minutos) dos cimentos de ionômero de vidro convencionais e a fotoativação do cimento de ionômero modificado por resina, aplicou-se, ao redor das amostras, esmalte incolor para unhas (Colorama, São Paulo, SP, Brasil), para evitar a sinérese e favorecer a qualidade da amostra obtida com relação à sua estabilidade e à manutenção das propriedades. A resina composta foi inserida na matriz com o auxílio de espátula plástica e fotopolimerizada da maneira anteriormente descrita.

As amostras foram colocadas em tubos de ensaio plásticos com tampa, para serem bem vedados, e imersos em 5,0 mL de solução do sistema de ciclagem de pH, permanecendo 6 horas na solução de desmineralização e 18 horas na solução de remineralização; assim, as trocas foram realizadas diariamente, durante todo o período em estudo.

O sistema de ciclagem de pH utilizado foi aquele desenvolvido por Featherstone et al.<sup>4</sup>, e empregado por Bombonatti et al.<sup>12</sup>, sendo composto por uma solução de desmineralização (Ca 2,0 mmol/L, PO<sub>4</sub> 2,0 mmol/L e tampão acetato 75 mmol/L, pH 4,3, contendo NaN<sub>3</sub> a 0,02%) e uma solução de remineralização (Ca 1,5 mmol/L, PO<sub>4</sub> 0,9 mmol/L, KCl 150 mmol/L e tampão tris 20 mmol/L, pH 7,0, contendo NaN<sub>3</sub> a 0,02%).

O conjunto foi mantido entre as leituras em estufa, regulada à temperatura de 37°C ± 1°C. Foram realizadas leituras após 1, 2, 7 e 14 dias da confecção dos corpos de prova, com eletrodo específico para determinação da quantidade de flúor liberado. Após o 14º dia, foi realizada a recarga de flúor com aplicação tópica de gel de fluoreto de sódio neutro a 2% durante 4 minutos e, em seguida, os corpos de prova foram lavados e secos, sendo novamente imersos em 5,0 mL da solução do sistema de ciclagem de pH, para realização da leitura de liberação após a recarga.

A análise da quantidade de flúor liberada foi realizada por meio da água por eletrodo específico para esse íon (Orion, modelo 96-09), acoplado ao aparelho analisador de pH/fluoretos, previamente calibrado a cada medição com duas soluções padrão de fluoreto de sódio a 1 e 10 ppm, preparadas com TISAB II (Total Ionic Strength Adjustment Buffer, Analion) contendo tampão acetato 1,0 M, pH 5,0 contendo NaCl 1,0 M e CDTA 0,4%<sup>12</sup>.

As soluções foram armazenadas à temperatura ambiente. Para a análise do Fliberado, foi adicionado 0,5 mL da amostra a igual volume de TISAB II. Tanto os tubos da amostra como os frascos preparados com TISAB II foram agitados previamente às leituras. Os valores encontrados nas soluções de desmineralização e remineralização foram somados para a obtenção da liberação de flúor em 24 horas e os valores obtidos foram multiplicados por dois, devido à diluição no TISAB. O preparo das amostras foi realizado por um operador calibrado, que numerou as amostras de acordo com o grupo experimental em estudo, e por outro operador, que desconhecia a qual grupo pertencia cada amostra em que executou as leituras.

Os resultados de cada período de avaliação para cada grupo experimental em estudo foram submetidos estatisticamente à análise de variância de dois fatores, com nível de significância de 5% e, posteriormente, ao teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para comparações múltiplas. O software estatístico SPSS, versão 20.0 (SPSS Statistics, IBM Corporation, Somers, NY, USA) foi utilizado durante as análises estatísticas do presente estudo.

## RESULTADO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados de liberação de flúor para os diferentes materiais, de acordo com o período de avaliação. Os materiais ionoméricos apresentaram maior liberação nas primeiras 24-48 horas, diminuindo gradativamente até o 14º dia. O Maxxion liberou mais flúor ( $p=0,0001$ ), concentração que se manteve mais alta em comparação aos demais materiais avaliados durante os 14 dias, seguido do Vitrebond, Ketac Molar EasyMix e Z350 XT. No 14º dia, não houve diferença entre o Maxxion e o Vitrebond ( $p=1,000$ ). Após recarga, os cimentos de ionômero de vidro apresentaram aumento nas concentrações de flúor, comprovando a capacidade de recarga pelos mesmos.

## DISCUSSÃO

O efeito anticárie do flúor presente nos cimentos de ionômero de vidro depende da quantidade liberada nas restaurações; entretanto, depende ainda mais da longevidade desta liberação. Segundo Dionysopoulos et al.<sup>3</sup>, a maneira de fornecer uma quantidade de fluoreto baixo, mas eficaz, durante um período prolongado, seria ter um sistema de fluoreto de liberação lenta a partir de materiais

dentários e que esse sistema pudesse ser recarregável. De acordo com Featherstone et al.<sup>4</sup>, materiais de ionômero de vidro foram introduzidos como materiais restauradores e podem oferecer algumas vantagens para resistir à formação de cáries secundárias ao redor de restaurações, devido ao fluoreto liberado.

Os sistemas ionoméricos convencionais, no entanto, sofrem de certas desvantagens, como o tempo curto de trabalho, o fato de serem suscetíveis à contaminação de umidade inicial e a fragilidade.

Recentemente, a fim de ultrapassar estas limitações e ainda preservar os seus benefícios, compósitos de resina foram introduzidos, gerando dois tipos de ionômero de vidro. O primeiro é o ionômero de vidro modificado por resina, um tipo de ionômero de vidro que oferece tempo de trabalho mais longo e baixa sensibilidade às variações de umidade do ambiente, podendo ser polido imediatamente após a reação de presa<sup>3</sup>. O segundo é o compósito poliácido-modificado, que contém alguns componentes de ionômero de vidro, mas não tem a reação ácido/base típica nos ionômeros de vidro durante o processo inicial. Assim, Neelakantan et al.<sup>2</sup> correlacionaram a quantidade e o padrão de liberação de fluoreto de diferentes cimentos de ionômero de vidro. A liberação de fluoreto foi medida a cada 24 horas durante os primeiros sete dias, e após 14, 21 e 28 dias. O fluoreto teve uma maior liberação para todos os materiais na primeira avaliação, exceto para o controle (resina composta contendo flúor) e para o compômero. O cimento de ionômero de vidro convencional apresentou maior liberação de fluoreto nos primeiros três dias. O nanoionômero avaliado mostrou uma liberação máxima de fluoreto em todos os períodos. Um baixo nível constante de liberação de fluoreto foi visto a partir do compômero e da resina composta contendo fluoreto, durante todos os períodos do estudo, sendo também observado nos resultados do presente estudo para a resina composta.

As resinas compostas apresentam menor liberação de fluoreto assim como menor capacidade de recarga, diferentemente dos cimentos de ionômero de vidro convencionais, devido à quantidade de fluoreto presente na composição destes e na reação de presa. O flúor é um dos elementos que ficam fracamente ligados à estrutura superficial do cimento de ionômero de vidro durante a geleificação; portanto, é facilmente liberado. Um grande percentual de fluoreto é liberado imediatamente após a inserção deste material, devido ao fato de as partículas de pó não serem totalmente decompostas pelo líquido ou porque nem todo íon flúor que se apresenta fracamente ligado a esta matriz seja liberado<sup>13</sup>.

**Tabela 1.** Média ( $\mu\text{gF}/\text{cm}^2$ ) e desvio padrão da liberação de flúor em solução de desmineralização/remineralização dos diferentes grupos experimentais nos períodos em estudo

Período de avaliação	Vitrebond	Maxxion R	Ketac Molar	Z350 XT
1º Dia	37,49 (5,7) Ab	45,35 (4,7) Aa	26,35 (8,3) Ac	1,01 (0,6) Ad
2º Dia	24,44 (5,1) Ab	39,39 (9,7) Aa	7,09 (4,5) Bc	0,76 (0,4) Ad
7º Dia	14,70 (3,8) Ab	36,25 (7,9) Aa	7,79 (4,5) Bb	0,57 (0,3) Ac
14º Dia	7,20 (5,1) Ba	11,05 (2,2) Ba	0,98 (0,6) Cb	0,05 (0,1) Ac
15º dia (recarga)	21,40 (7,1) Ab	27,27 (10,4) Aa	9,99 (6,9) Bc	0,75 (0,6) Ad

As letras maiúsculas representam a diferença de cada material para os diferentes períodos de avaliação. As letras minúsculas representam a diferença entre os materiais para cada período de leitura da liberação de flúor.

Outro fator a ser considerado, segundo Bombonatti et al.<sup>12</sup>, é que apesar de materiais odontológicos que apresentam liberação de fluoreto estejam sendo avaliados, normalmente as condições para realização dos estudos não simulam o meio ambiente bucal, a dinâmica de desenvolvimento da cárie e os conceitos atuais sobre o mecanismo de ação do flúor. Carvalho, Cury<sup>13</sup> afirmam que é importante que a análise quantitativa de fluoreto liberado seja realizada utilizando-se corpos de prova imersos em soluções que reproduzam o ambiente bucal, as interações da superfície, a força iônica, o pH do meio e o grau de saturação, ou seja, em que haja períodos de desmineralização e remineralização pela ciclagem de pH, como realizado no presente estudo. O método, idealizado por Featherstone et al.<sup>4</sup>, consegue representar uma situação intrabucal de alta cariogenicidade, momento em que mais se necessita da ação do fluoreto. Assim, no estudo de Bombonatti et al.<sup>12</sup>, os resultados obtidos parecem estar de acordo com esta afirmativa, uma vez que demonstraram maior liberação de fluoreto nas soluções de desmineralização/remineralização do que em água deionizada.

No estudo de Silva et al.<sup>14</sup>, foi avaliada a liberação de fluoreto de cimentos de ionômero de vidro convencional e modificados por resina, antes e após a recarga com fluoreto de sódio neutro a 2%. Concluíram que todos os materiais estudados desenvolveram padrão semelhante de liberação de fluoreto, sendo esta mais acentuada nos primeiros dias e com decréscimo lento, mantendo nível constante até o 14º dia. Verificaram também que os cimentos de ionômero de vidro convencionais liberaram maiores concentrações de fluoreto do que os cimentos modificados por resina, sendo que após a aplicação tópica de fluoreto de sódio neutro a 2%, todos os materiais aumentaram significativamente a concentração de fluoreto liberado nas 24 horas subsequentes, comprovando a capacidade de recarga por estes materiais, esta também verificada nos resultados do presente estudo. A maior liberação de fluoretos de cimentos ionoméricos convencionais com relação aos modificados por resina está associada ao fato de esses materiais serem mais solúveis, apresentarem reação de presa mais lenta e serem mais porosos, devido à presença de partículas maiores, mais irregulares, maior relação líquido/pó e, conseqüentemente, maior fluidez<sup>14</sup>.

A maioria dos estudos que analisam essa liberação de fluoreto em diferentes ionômeros de vidro é realizada com corpos de prova imersos em soluções, para que, posteriormente, sejam realizadas leituras da liberação desse íon por um eletrodo específico. No entanto, a unidade de medida utilizada para apresentar os resultados, os métodos de estocagem das amostras e os diferentes períodos de realização das avaliações dificultam análises comparativas entre

estudos<sup>13,14</sup>. Os resultados referentes às leituras fornecidas pelo aparelho, expressos em ppm, foram convertidos em  $\mu\text{gF}\cdot\text{mm}^{-2}$ , de acordo com outros trabalhos sobre liberação de fluoreto<sup>15-17</sup>. Essa unidade expressa a quantidade de fluoreto liberada com relação à superfície do espécime e, portanto, permite a comparação entre trabalhos, mesmo que estes tenham usado espécimes de diferentes tamanhos.

A colonização da superfície de materiais restauradores e das margens das restaurações por bactérias cariogênicas favorece a criação de condições ambientais adequadas para o desenvolvimento da doença cárie e de danos futuros ao próprio complexo dentinopulpar<sup>18</sup>. Nesse sentido, os cimentos de ionômero de vidro vêm ganhando destaque como material restaurador<sup>18</sup>. Os produtos do biofilme dental bacteriano reduzem o pH na superfície do dente<sup>18</sup>, resultando em desmineralização, a qual é simulada pelo processo de ciclagem de pH no presente estudo. São necessários mecanismos capazes de inibir esse processo, a fim de aumentar a resistência à desmineralização e facilitar a remineralização, sendo o flúor um agente auxiliar nesse processo<sup>13</sup>. Segundo Silva et al.<sup>14</sup>, materiais que apresentam uma maior liberação inicial tendem a apresentar uma maior capacidade de recarga, fato comprovado no presente estudo.

De acordo com as limitações deste estudo *in vitro*, apesar da tentativa de simular o potencial de liberação de fluoreto em amostras submetidas à ciclagem de pH, os resultados não devem ser comparados às condições clínicas, em decorrência da complexidade do meio bucal. Entretanto, pode-se afirmar que as diferenças de fluoreto liberado relacionam-se com o tipo de material testado, de forma que sua composição e maior ou menor porosidade influenciam diretamente no grau de difusão de fluoreto, como observado nos resultados apresentados. Dessa forma, na escolha do material restaurador, as propriedades do material não devem ser analisadas isoladamente, devendo-se avaliar também a capacidade de liberação ou capacidade de recarga de fluoreto, de acordo com a necessidade clínica de cada paciente, principalmente em pacientes com alto índice de cárie recorrente.

## CONCLUSÃO

Os cimentos de ionômero de vidro apresentaram capacidade de liberação de fluoreto, sendo esta maior principalmente nas primeiras 24 horas. Após aplicação do flúor tópico neutro 2%, os cimentos de ionômero de vidro são capazes de liberar uma maior quantidade deste íon, comprovando a sua capacidade de recarga, quando comparados aos demais materiais testados.

## REFERÊNCIAS

1. Tenuta LMA, Pascotto RC, Navarro MFL, Francischone CE. Liberação de flúor de quatro cimentos de ionômero de vidro restauradores. Rev Odontol Univ Sao Paulo. 1997; 11(4):249-53. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-06631997000400005>.
2. Neelakantan P, John S, Anand S, Sureshbabu N, Subbarao C. Fluoride release from a new glass-ionomer cement. Oper Dent. 2011 Jan-Feb;36(1):80-5. <http://dx.doi.org/10.2341/10-219-LR>. PMID:21488733
3. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Pataridou A. Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. J Oral Rehabil. 2003 Set;30(9):866-72. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2842.2003.00993.x>. PMID:12950966
4. Featherstone JDB, O'Reilly MM, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralization *in vitro* and *in vivo*. In: Leach SA, editor. Factors relating to demineralisation and remineralisation of the teeth. Oxford: IRL Press; 1986. p. 23-44.

5. Paradella TC. Cimentos de ionômero de vidro na odontologia moderna. *Rev Odontol UNESP*. 2004 Out-Dez;33(4):157-61.
6. Markovic DL, Petrovic BB, Peric TO. Fluoride content and recharge ability of five glass-ionomer dental materials. *BMC Oral Health*. 2008; 8(1):21. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6831-8-21>. PMID:18655734
7. Christensen G. Glass-ionomer-resin restorations. *Clin Res Assoc Newsletter*. 1992; 16(3):1-2.
8. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int*. 1994 Set;25(9):587-9. PMID:7568709.
9. Davidson CL. Advances in glass-ionomer cements. *J Appl Oral Sci*. 2006;14(1 Suppl):3-9. PMID:19089079.
10. Wilson AD. Resin-modified glass-ionomer cements. *Int J Prosthodont*. 1990 Set-Out;3(5):425-9. PMID:2088379.
11. Ilie N, Hickel R. Mechanical behavior of glass ionomer cements as a function of loading condition and mixing procedure. *Dent Mater J*. 2007 Jul;26(4):526-33. <http://dx.doi.org/10.4012/dmj.26.526>. PMID:17886457
12. Bombonatti J, Navarro MFL, Elias ER, Buzalaf MAR, Lauris JRP, Delbem ACB. Liberação de flúor do Vitremer em diferentes proporções pó/líquido, em comparação com dois selantes de fósulas e fissuras. *Rev Ciên Méd Biol*. 2003 Jul-Dez;2(2):201-7.
13. Carvalho AS, Cury JA. Fluoride release from some dental materials in different solutions. *Oper Dent*. 1999 Jan-Fev;24(1):14-9. PMID:10337293.
14. Silva FDSCM, Duarte RM, Sampaio FC. Liberação e recarga de flúor por cimentos de ionômero de vidro. *RGO – Rev Gaúcha Odontol*. 2010 Out-Dez;58(4):437-43.
15. DeSchepper EJ, Berr EA 3rd, Cailleteau JG, Tate WH. A comparative study of fluoride release from glass-ionomer cements. *Quintessence Int*. 1991 Mar;22(3):215-9. PMID:2068261.
16. Miller BH, Komatsu H, Nakajima H, Okabe T. Effect of glass ionomer manipulation on early fluoride release. *Am J Dent*. 1995 Ago;8(4):182-6. PMID:7576384.
17. Verbeeck RM, de Moor RJ, Van Even DF, Martens LC. The short-term fluoride release of a hand-mixed vs. capsulated system of a restorative glass-ionomer cement. *J Dent Res*. 1993 Mar;72(3):577-81. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345930720030401>. PMID:8450117
18. Pedrini D, Gaetti-Jardim E Jr, Mori GG. Influência da aplicação de flúor sobre a rugosidade superficial do ionômero de vidro Vitremer e adesão microbiana a este material. *Pesqui Odontol Bras*. 2001 Jan-Mar;15(1):70-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-74912001000100013>. PMID:11705319

## CONFLITOS DE INTERESSE

---

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## \*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

---

Yasmine Mendes Pupo, Rua João Bettega, 644, apto. 301, B. 8, 81.070-000 Curitiba - PR, Brasil, e-mail: yasminemendes@hotmail.com

Recebido: Fevereiro 23, 2014  
Aprovado: Setembro 25, 2014