AVALIAÇÃO DA SORÇÃO E SOLUBILIDADE DE ÁGUA EM CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO COM E SEM AGENTE DE PROTEÇÃO

Camila de Siqueira **Gomes**[1*], Letícia Maira **Wambier**[1], Vitória Somma **Tessari**[2], Denise Stadler **Wambier**[2], Carla Castiglia **Gonzaga**[1], Gisele Maria **Correr**[1,3]

[1]Departamento de Odontologia, Universidade Positivo - UP, Curitiba, Paraná, Brasil.
[2]Departamento de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.
[3]Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil.

Palavras-chave: Cimentos de Ionômeros de Vidro. Materiais Dentários. Solubilidade. Protetor de Superfície.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito de um protetor de superfície na sorção e solubilidade de cimentos de ionômero de vidro. **Materiais e Métodos**: Quatro materiais foram selecionados: ionômero modificado por resina encapsulado (Riva Light Cure); modificado por resina pó/líquido (Vitremer); convencional encapsulado (Equia Forte) e convencional pó/líquido (Fuji IX). Foram confeccionados 20 espécimes de cada, sendo metade com proteção superficial do Equia Forte Coat. As amostras foram mantidas em estufa a 37°C em repouso por 5 dias. Em seguida, esses foram pesados em intervalos de 24 horas. A espessura e o diâmetro foram medidos com um paquímetro digital para o cálculo do volume. Novas pesagens foram realizadas para a obtenção da massa intermediária. Em seguida, as amostras foram mantidas em repouso por 5 dias a 37°C e realizada nova pesagem. **Resultados**: Os dados obtidos de sorção e solubilidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA dois fatores, material e protetor de superfície) e teste Tukey (α=0,05). Para sorção, houve diferença significativa apenas para o fator material (p<0,05), Vitremer ≥ Equia Forte ≥ Riva Light Cure > Fuji IX. O ionômero Fuji IX apresentou os menores valores de sorção, diferindo significativamente dos demais materiais, independentemente do uso do protetor superficial. Não houve diferença significativa para o fator proteção de superfície (p>0,05). Para solubilidade não houve diferença significativa no fator material, protetor de superfície ou interação material*protetor. **Conclusão**: O uso do protetor superficial não influenciou nos valores de sorção e solubilidade dos ionômeros avaliados e o ionômero convencional Fuji IX apresentou menores taxas de sorção.

Keywords: Glass Ionomer Cements. Dental Materials. Solubility. Surface Coating Agents.

ABSTRACT

Objective: evaluate the effect of a surface coating agents on the sorption and glass ionomer cements solubility. **Materials and Methods**: Four materials were selected: Encapsulated resin-modified ionomer (Riva Light Cure); Powder/liquid Encapsulated resin-modified (Vitremer); Encapsulated conventional (Equia Forte) and powder/liquid conventional (Fuji IX). Twenty samples of each were made, half with surface protection of Equia Forte Coat. The samples were kept in an oven for 5 days. These were then weighed at 24-hour intervals. The thickness and diameter were measured using a digital caliper to calculate their volume. New weightings were performed to obtain the intermediate mass. Then, the samples were kept at rest for 5 days and weighed again. **Results**: The sorption and solubility data obtained were subjected to analysis of variance (two-way ANOVA, material and surface coating agents) and Tukey test (α=0.05). For sorption, there was a significant difference only for the material factor (p<0.05), Vitremer ≥ Equia Forte ≥ Riva Light Cure > Fuji IX. The Fuji IX ionomer showed the lowest sorption values, differing significantly from the other materials, regardless of the use of surface coating agents. There was no significant difference for the surface protection factor (p>0.05). For solubility there was no significant difference for the material factor, surface coating agents or material*surface coating agent interaction. **Conclusion**: The use of surface coating agents did not influence the sorption and solubility values of the evaluated ionomers and the conventional Fuji IX ionomer showed lower sorption rates.

Submetido: 10 de fevereiro, 2022
Modificado: 17 de maio, 2022
Aceito: 31 de maio, 2022

***Autor para correspondência**:
Camila de Siqueira Gomes
Endereço: Av. Paraná, 1137, Cabral, Curitiba, PR, Brasil.
CEP: 80035-130
Número de telefone: +55 (21) 98261-4898
E-mail: camilasiqueira@id.uff.br

INTRODUÇÃO

Os cimentos de ionômero de vidro (CIV) apresentam diversas indicações nas técnicas restauradoras diretas.[1-3] Dentre elas, destacam-se as restaurações em lesões cervicais não cariosas (LCNC), cárie radicular, restauração tipo túnel, pequenas restaurações de classe I, tratamentos restauradores atraumáticos (ART), material de base, entre outros.[4]

Esses materiais podem ser classificados em convencionais e modificados por resina. Além disso, são encontrados na apresentação de pó/líquido e encapsulados, sendo estes desenvolvidos com o intuito de assegurar a precisão na proporção de pó/líquido. Além disso, a manipulação do material torna-se facilitada, a fim de melhorar sua resistência mecânica, tendo em vista as possíveis falhas do operador durante a manipulação desses cimentos. Este é um passo crítico para o bom desempenho do material e requer treinamento do profissional.[5,6] O CIV apresenta diversas vantagens, como a autoadesividade que advém da quelação dos grupos carboxílicos dos ácidos poliacrílicos, com o cálcio na apatita do esmalte e da dentina,[7] além da liberação de flúor, biocompatibilidade e coeficiente de expansão térmica similar ao dente.[4,7]

Ademais, os CIV são de extrema importância nos procedimentos de adequação do meio bucal ou no tratamento restaurador atraumático (ART). Este tipo de tratamento é muito utilizado em localidades mais isoladas e de difícil acesso, em que muitas das vezes é realizado pelo efetivo de saúde do Exército Brasileiro, onde não há muitos equipamentos disponíveis para atendimentos odontológicos.[8-10]

Entretanto, este material apresenta algumas limitações mecânicas importantes, como baixa resistência ao desgaste, que acarreta em um aumento da rugosidade superficial ao longo do tempo,[4,11-13] baixa resistência à fratura e tenacidade.[13] Outra grande preocupação é o fato de ser susceptível a sofrer sorção (sorção) e solubilidade (solubilidade) durante sua reação de presa, levando a um comprometimento da longevidade da restauração.[14] No caso da sorção, pode levar a perda de substância e redução das propriedades físicas e ópticas,[15] enquanto a solubilidade influencia tanto na biocompatibilidade quanto na taxa de degradação,[13] além de poder provocar fissuras superficiais na restauração.[14]

Visando reduzir estes últimos obstáculos que ocorrem principalmente nas primeiras horas após o término da restauração, recomenda-se aplicar um protetor de superfície na restauração. Este material protetor tem como finalidade diminuir as taxas de sorção e solubilidade de água, além de reduzir a rugosidade superficial. A literatura apresenta diversas opções de materiais protetores, como vaselina, esmalte de unha, sistema adesivo, verniz e protetores desenvolvidos por fabricantes especialmente para tal função.[7,16,17]

Em 1990, a ADA declarou a importância do uso de agentes de proteção superficial para restaurações de CIV.[18] Em um estudo realizado em 1999 por Turssi *et al*.,[19] constataram que apenas 55,2% dos dentistas realizam a proteção superficial nos CIV.[19] Pellegrinetti *et al*.[20] afirmam em seu trabalho que o uso de agente de proteção superficial nas restaurações feitas com CIV, muitas vezes, é negligenciado, podendo acarretar em incorporação de saliva na restauração antes da presa total do CIV.[20]

Com base no exposto, este estudo *in vitro* teve como objetivo avaliar o efeito de um protetor de superfície na sorção e solubilidade de água de diferentes tipos de cimentos de ionômero de vidro. As hipóteses nulas deste estudo são: 1. não haverá diferença significativa na sorção e solubilidade entre os diferentes tipos de cimento de ionômero de vidro, independentemente do protetor de superfície; 2. não haverá diferença na sorção e solubilidade entre os materiais com ou sem o uso do protetor de superfície.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo *in vitro*, foram selecionados quatro cimentos de ionômero de vidro de diferentes tipos/modo de apresentação: CIV modificado por resina encapsulado (Riva Light Cure - RLC); CIV-MR pó/líquido (Vitremer – VTM); CIV convencional encapsulado (Equia Forte - EQF) e CIV convencional pó/líquido (Fuji IX Gold Label – FJIX). Estes materiais foram selecionados pela forma de apresentação e composição.

O protetor de superfície escolhido para aplicação foi o Equia Forte Coat (GC, *Tokyo*, *Japan*). Este trabalho seguiu o protocolo de outros estudos em que tiveram como objetivo comparar o uso de CIV com e sem uso de um protetor de superfície.[21-25] As características dos materiais utilizados no presente estudo estão descritas na Tabela 1.

Vinte corpos de prova (CP) de cada material foram confeccionados a partir de uma matriz de silicone com 2 mm de espessura e 4 mm de diâmetro, sendo 10 amostras utilizando um protetor de superfície e 10 amostras sem proteção, totalizando 80 amostras. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante (Tabela 2) e colocados na matriz previamente lubrificada com vaselina sólida (Miyako do Brasil Ind. Com. Ltda., São Paulo, SP-Brasil). Após, colocou-se uma placa de vidro com tira de poliéster acima da matriz e foi mantida pressão por 1 minuto para obtenção de uma superfície lisa. Em seguida, foi realizada a fotoativação nas amostras dos CIV modificados por resina ou aguardada a geleificação nos

CIV convencionais, conforme recomendação de cada fabricante. Logo após a confecção do CIV, foi aplicado o protetor de superfície Equia Coat (GC, *Tokyo*, *Japan*) em toda a superfície das amostras, seguido de fotoativação por 20 segundos em metade das amostras confeccionadas, conforme as recomendações do fabricante (Tabela 2). Para os CIV fotoativados e para o protetor de superfície, foi utilizado o aparelho fotopolimerizador de LED (Radii-Cal, SDI, Bayswater, Austrália; 600 mWcm^2).

Após a remoção cuidadosa dos CP da matriz, estes foram mantidos durante uma hora em temperatura ambiente e, em seguida, foram armazenados e identificados em recipientes individuais.

Para a avaliação da sorção de água e da solubilidade, seguiu-se a metodologia empregada em outros estudos.[26-29] A fim de obter a massa inicial (m1), os CP foram colocados em dessecadores, e transferidos para uma estufa a 37ºC e deixados em repouso. Foram pesados em intervalos de 24 h até que a variação de massa entre dois dias consecutivos fosse menor que 0,2 mg.

Um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm, foi usado para medir a espessura e o diâmetro dos CP para calcular o volume (V) em mm^3. Em seguida, cada CP foi colocado em eppendorf selado contendo 2 ml de água destilada (pH 7,2) a 37ºC. Os CP foram identificados com fita aplicada no eppendorf. Foram realizadas pesagens nos seguintes intervalos de tempo: de 1 em 1 hora no período entre 1 e 8 horas; a cada 24 horas no período entre 1 a 7 dias; após 14 dias; e após 28 dias. Para realizar cada pesagem, o CP foi removido da estufa e deixado à temperatura ambiente durante 3 min. Em seguida, os CP foram lavados em água corrente durante 10 segundos, secados delicadamente com um papel absorvente por 30 segundos, e pesados numa balança analítica, obtendo-se a massa intermediária (m2), retornando para os frascos com 2 ml de água destilada fresca.

Após o tempo de armazenamento de 28 dias, os CP foram secos em dessecadores contendo sílica gel a 37ºC, os quais permaneceram em repouso durante 5 dias, obtendo-se a massa final (m3) e, em seguida, foi realizada nova pesagem. Foram registradas as mudanças na massa em relação ao tempo de armazenamento para obter a cinética de sorção durante todo o período de armazenamento em água. A sorção e a solubilidade ao longo dos 28 dias de armazenamento em água foram calculadas utilizando-se as seguintes fórmulas: sorção = (m2 - m3)/V e solubilidade = (m1 - m3)/V.

A média e desvio padrão foram calculados e os valores obtidos para sorção de água (24 horas, 7 dias, 28 dias e sorção média) e solubilidade foram submetidos a análise de variância (ANOVA) de dois fatores e para comparação múltipla foi utilizado o teste Tukey (α=0,05). Para realização de testes o software SigmaPlot 11 foi utilizado.

RESULTADOS

De acordo com a análise de variância (ANOVA 2 fatores) houve diferença significativa nos valores de sorção de água apenas para o fator material (p<0,05). Não houve diferença significativa para o fator protetor de superfície ou para a interação material*protetor (p>0,05), em todos os tempos avaliados (24 h, 7 dias, 28 dias e para sorção média).

Os valores de sorção de água (sorção média) dos materiais com e sem o uso de protetor superficial são apresentados na Tabela 3.

Na análise comparativa entre os materiais, independentemente do uso do protetor de superfície, pode-se observar que o CIV-MR pó+líquido (Vitremer) apresentou maior sorção de água, diferindo significativamente do CIV-MR encapsulado (Riva) e do CIV convencional pó+líquido (Fuji IX), entretanto sem diferença do CIV convencional encapsulado (Equia Forte). Os menores valores de sorção de água foram observados para o CIV convencional pó+líquido (Fuji IX) que diferiu significativamente dos demais materiais (p<0,05), independentemente do uso ou não do protetor de superfície.

O uso do protetor de superfície não influenciou os resultados de sorção de água, independentemente do material avaliado (p>0,05).

A Figura 1 apresenta os valores de sorção de água durante os intervalos de tempo mensurados de cada CIV com e sem o uso do protetor de superfície. Pode ser observado que, em todos os materiais, ocorreu um pico de sorção de água nas primeiras 24 horas, entretanto, sem diferença significativa entre o uso ou não do protetor de superfície.

Para os valores de solubilidade, na análise de variância (ANOVA 2 fatores) não houve diferença significativa para os fatores material, protetor de superfície ou para a interação material*protetor (p>0,05).

Os valores das médias de solubilidade para os diferentes grupos são apresentados na Tabela 4.

Pode-se observar que o uso do protetor de superfície não interferiu nos valores de solubilidade, independentemente do material avaliado (p>0,05).

***Tabela 1**: Características dos materiais selecionados para o estudo.*

Tipo	Apresentação	Nome Comercial	Fabricante	Composição
CIV Modificado por resina	Encapsulado Embalagem com 50 cápsulas	Riva Light Cure (MRenc)	SDI, Bayswater, Victoria, Austrália	Pó: Fluoreto de silicato de alumínio Líquido: Ácido poliacrílico, ácido tartárico, HEMA[a], DMA[b], monômero acidificado
	Pó + Líquido (5g de pó + 2,5 ml líquido)	Vitremer (MRpl)	3M ESPE Products, St. Paul, Minnesota, EUA	Pó: Vidro de silicato de flúor-alumínio, persulfato de potássio, ácido ascórbico e pigmentos Líquido: Àcido polialcenóico, grupos metacrilato, água, HEMA, CQ[c].
CIV Convencional	Embalagem com 10 cápsulas	Equia Forte (COenc)	GC América Inc., Alsip, Illinois, EUA	Pó: Fluoro-alumino-silicato de vidro, ácido poliacrílico em pó, pigmento. Líquido: ácido poliacrílico, água destilada, ácido carboxílico polibásico
	Pó + Líquido (5g de pó + 2,6 ml líquido)	Fuji IX Gold Label (COpl)	GCCorporation. Tokio, Japão	Pó: vidro fluoroaluminossilicato, pó de ácido poliacrílico Líquido: ácido poliacrílico, ácido carboxílico polibásico
Protetor de Superfície	Frasco de 4ml	Equia Forte Coat	GC América Inc., Alsip, Illinois, EUA	40-50% MMA[d], 10-15% sílica coloidal, 0,09% CQ, 30-40% UMA[e], 1-5% monômero éster fosfórico

Nota: [a]HEMA - 2-hidroxietil-methacrilato; [b]DMA - dimetacrilato; [c]CQ – Canforoquinona; [d]MMA - metacrilato de metila; [e]UMA - metacrilato de uretano.

***Tabela 2**: Modo de uso dos materiais testados.*

Material	Modo de Uso
Riva Light Cure encapsulado (MRenc)	1. Ativar a cápsula e imediatamente misturar no amalgamador por 10 segundos; 2. Colocar imediatamente a cápsula no aplicador e apertar o gatilho para aplicação da pasta; e 3. Fotopolimerizar cada incremento (máximo 2 mm) por 20 segundos.
Vitremer pó+líquido(MRpl)	1. Agitar o frasco do pó para homogeneização; 2. Pegar uma medida de pó com a concha medidora nivelada (proporção pó/líquido de 1:1);3. Gotejar o líquido com o frasco totalmente na vertical; 4. Incorporar o pó no líquido misturando dentro de 45 segundos; 5. Levar o material à cavidade; e 6. Fotopolimerizar cada incremento (máximo 2 mm) por 40 segundos.
Equia Forte encapsulado(COenc)	1. Agite a cápsula; 2. Ative a cápsula apertando e pressionando o êmbolo por 2 segundos; 3. Coloque a cápsula em um misturador ou amalgamador por 10 segundos; 4. Colocar imediatamente a cápsula no aplicador e apertar o gatilho para aplicação da pasta; e 5. O tempo de trabalho é de 1 minuto e 15 segundos.
Fuji IX Gold Label (FJIX) pó+líquido(COpl)	1. Agitar o frasco do pó para homogeneização; 2. Pegar uma medida de pó com a concha medidora nivelada (proporção pó/líquido de 1:1); 3. Gotejar o líquido com o frasco totalmente na vertical; 4. Separar o pó em duas partes; 5. Aglutinar a primeira metade do pó ao líquido por alguns segundos; 6. Aglutinar a segunda metade até conseguir consistência homogênea e brilhante; 7. Levar o material à cavidade; e 8. Aguardar a geleificação.
Equia Forte Coat	1. Após finalizar a restauração, aplicar o Equia Forte Coat utilizando microaplicador (não aplicar jatos de ar); e 2. Fotopolimerizar por 20 segundos.

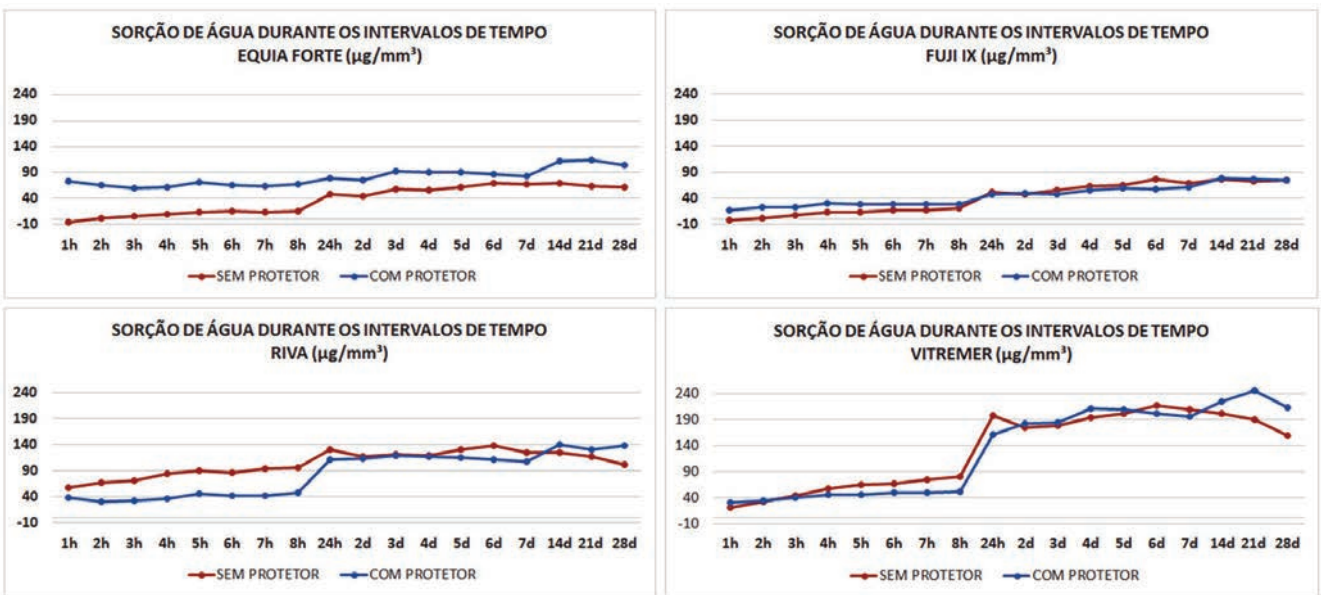


***Figura 1**: Média de sorção de água nos CIV com e sem protetor superficial, testados durante os intervalos de tempo avaliados.*

***Tabela 3**: Médias e desvio padrão (DP) da sorção de água (ìg/mm³)[a].*

MATERIAIS	Sem protetor	Com protetor	TOTAL
MRenc (RIVA)	104,0 (±12,4)	84,6(±47,5)	94,2(±11,1) [B]
MRpl (VITREMER)	131,0(±9,15)	131,0(±53,1)	131,0 (±0,331) [A]
COenc (EQUIA FORTE)	115,0(±41,2)	81,3(±21,8)	98,0(±19,2) [AB]
COpl (FUJI IX)	41,8(±9,18)	46,1(±74,5)	43,9(±2,48) [C]
TOTAL	**97,7(±36,0) [a]**	**85,8(±32,4) [a]**	

Nota: [a]Letras maiúsculas diferentes na coluna indicam diferença estatística significativa. Letras minúsculas diferentes na linha indicam diferença estatística significativa (Tukey test, p<0,05).

***Tabela 4**: Médias e desvio padrão (DP) da solubilidade (ìg/mm³)[A].*

MATERIAIS	Sem protetor	Com protetor	TOTAL
MRenc (RIVA)	104,0 (±12,4)	84,6(±47,5)	94,2(±11,1) [B]
MRpl (VITREMER)	131,0(±9,15)	131,0(±53,1)	131,0 (±0,331) [A]
COenc (EQUIA FORTE)	115,0(±41,2)	81,3(±21,8)	98,0(±19,2) [AB]
COpl (FUJI IX)	41,8(±9,18)	46,1(±74,5)	43,9(±2,48) [C]
TOTAL	**97,7(±36,0) [a]**	**85,8(±32,4) [a]**	

Nota: [A]Letras maiúsculas diferentes na coluna indicam diferença estatística significativa. Letras minúsculas diferentes na linha indicam diferença estatística significativa (Tukey test, p<0,05).

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados deste estudo, a primeira hipótese foi aceita para sorção e rejeitada para solubilidade, uma vez que foram verificadas diferenças significativas somente para o ensaio de sorção entre os diferentes cimentos de ionômero de vidro avaliados. O CIV convencional FJIX apresentou os menores valores de sorção de água, com diferença estatística significativa para os demais CIV. Os maiores valores de sorção foram observados para o CIV-MR VTM, que diferiu dos demais materiais, exceto do CIV convencional encapsulado EQF. Quanto ao fator solubilidade, não houve diferenças estatísticas tanto entre os diferentes materiais testados quanto no mesmo material (com ou sem o uso do protetor de superfície).

Sabe-se que os CIV apresentam grande susceptibilidade à sorção e solubilidade durante a reação de presa.[14] Esses processos acontecem naturalmente em todos esses cimentos, pela própria propriedade de "reservatório" e liberação de flúor, que é mais intensa nas primeiras 24 a 48 horas.[4] Esse comportamento também foi observado no presente estudo, conforme mostra a figura 1, em que todos os CIV testados, próximo ao período de 24 horas, houve um pico nas taxas de sorção de água. Além da liberação de flúor, há também liberação de outros íons (sódio, silício, alumínio e fósforo) que se comportam de forma semelhante ao fluoreto, sendo liberados em maior intensidade nas primeiras 12 a 18 horas.[30] No caso dos CIV modificados por resina, a sorção torna-se ainda mais desfavorável, pois esse material apresenta em sua composição o componente 2-hidroxietil-methacrilato (HEMA) que possui uma natureza hidrofílica, que se comporta como um hidrogel sintético, absorve água, podendo ter o seu volume aumentado em até 8%.[7,31]

Um estudo elaborado por Cefaly *et al.*,[26] reitera a ação hidrofílica do HEMA, mostrando que os materiais com maior teor de HEMA apresentaram maior sorção de água.[26] Porém, mesmo os CIV convencionais também apresentam essa limitação, pois igualmente necessitam da água para o transporte de cátions de cálcio e alumínio, reagindo com o ácido poliacrílico para formar a matriz de poliacrilato.[32]

Beriat *et al.*,[28] compararam 3 CIV modificados por resina (Advance, Dentsply; Vitremer, 3M; Protec-Cem, Vivadent) quanto à sorção de água e à liberação de HEMA. Dentre os CIV testados, o Vitremer foi o que apresentou os maiores valores tanto de sorção de água quanto de liberação de HEMA.[28]

Quando em grandes quantidades, esses processos de sorção e solubilidade podem comprometer as propriedades mecânicas das restaurações, e a formulação de cada CIV interfere diretamente nessas taxas. No caso dos CIV modificados por resina, quando as partículas de carga são

de maior volume e maior quantidade, a matriz será menor. Quanto menor é a matriz, menor quantidade de água é absorvida pelo material.[31,33,34] Isso porque são utilizados monômeros metacrilatos solúveis em água para substituir parte do componente líquido do CIV convencional, como, por exemplo a molécula de HEMA. Dessa forma, os CIV-MR têm um aumento de sorção de água e podem apresentar uma expansão de até 8% em volume.[7]

Portanto, era esperado que o CIV modificado por resina e na apresentação pó e líquido apresentasse as piores taxas de sorção, pois, além de apresentar o componente HEMA, o CIV requer manuseio do profissional para dosar a proporção entre pó e líquido e deve ser misturado manualmente enquanto que o CIV convencional e encapsulado apresentasse as melhores taxas, tendo em vista que, além de não possuir o HEMA, oferece maior facilidade no seu emprego, pois já confere a proporção exata de pó e líquido e sua manipulação é realizada mecanicamente. Como já citado anteriormente, o processo de manipulação interfere na sorção dos CIV considerando que a mistura manual pode levar à formação de porosidades, o que, consequentemente, aumenta a retenção de líquido pelo material.[35]

Porém, esses fatos foram parcialmente corroborados no presente estudo. Como era previsto, as maiores taxas de sorção foram expressas por um CIV modificado por resina e que necessita de dosagem e manipulação do profissional (VTM). Contudo, o CIV convencional encapsulado não apresentou as menores taxas de sorção (EQF), e sim o CIV convencional na apresentação pó e líquido (FJIX).

Tal fato pode ser justificado pelo tamanho das partículas de vidro presentes no pó desses CIV. Segundo Yoshioka,[36] quando comparamos as partículas do pó dos CIV FJIX e EQF, os dois CIV convencionais do presente estudo, observamos que tais partículas são 2,5 vezes maiores no EQF.[36] Os CIV com partículas de vidro menores apresentam maior área de superfície total para a interação do vidro com o ácido poliacrílico, o que leva a uma geleificação mais rápida,[37,38] e, dessa forma, o material se torna menos vulnerável à contaminação pela umidade.[38-40]

Assim, o CIV FJIX, que possui as menores partículas, pode apresentar um processo de presa mais acelerado que o EQF, levando a um menor período de susceptibilidade à sorção de água. Além disso, partículas menores podem preencher espaços vazios deixados pelas partículas maiores,[36] evitando espaço disponível para o acúmulo de água.

Quanto à solubilidade, no presente estudo não houve diferença significativa entre os materiais, tanto com ou sem o uso do protetor, e ainda, entre os diferentes grupos de CIV. Outro estudo que mostrou resultados semelhantes foi o de Lima *et al*.,[41] em que os autores testaram a sorção e solubilidade de diferentes CIV em diferentes meios de imersão, não encontrando diferenças estatísticas.[41] Porém, segundo um trabalho realizado por Goes *et al*.,[42] a solubilidade entre os materiais pode diferir, e isso pode estar relacionado com a composição de cada cimento.[42] Ou seja, o tipo, a quantidade e o tamanho das partículas de carga também influenciaram nos valores de solubilidade,[41] além do tipo de apresentação e manipulação do produto.[5,6]

Os CIV que apresentam maior sorção e solubilidade possuem suas propriedades mecânicas prejudicadas, uma vez que aumentam a taxa de rugosidade superficial, expansão do material e manchamento superficial. Isso afeta diretamente a longevidade das restaurações, sendo mais frequente o deslocamento das mesmas e/ou a troca das restaurações.[1]

No entanto, nesta pesquisa foi evidenciado que o protetor superficial não apresentou diferença estatisticamente significativa em nenhum dos CIV testados para os ensaios de sorção e solubilidade. Portanto, a segunda hipótese do estudo pode ser aceita. A possível justificativa para esse resultado é pela presença de sílica coloidal na composição do protetor de superfície Equia Forte Coat. Em um estudo realizado por Kalachandra *et al*.,[43] mostrou que, apesar de haver uma diminuição da matriz polimérica do CIV, a presença de partícula de carga inorgânica no interior de matriz polimérica apresenta ainda uma sorção de água, pois na interface entre a matriz inorgânica e a matriz orgânica há acúmulo de água. Dessa forma, os compósitos absorvem mais água do que o esperado com base no conteúdo do copolímero.[43] Isso pode ser explicado por grande quantidade de íons que é liberado das superfícies das partículas de carga[44] e/ou pelos agentes de ligação da matriz orgânica com a matriz inorgânica (silano), que são propensos à hidrólise.[45]

Silva *et al*.,[46] avaliaram o grau de conversão, solubilidade e sorção de duas resinas compostas, Filtek P 60 (híbrido) e Filtek Supreme (nanoparticulado), ambas 3M ESPE. Segundo seu fabricante, estas resinas possuem a mesma composição em relação à matriz polimérica. Dessa forma, foi levado em conta apenas a influência dos sistemas de partículas de carga. Os resultados mostraram que o compósito nanoparticulado apresentou maior sorção e solubilidade de saliva que o híbrido. Com isso, autores concluíram que a área de superfície total das partículas de carga desempenha um papel fundamental nas propriedades desses compostos de resina, já que a área de superfície total das partículas inorgânicas e, consequentemente, a área total do agente de união da resina nanoparticulada é maior que da resina híbrida.[46] Dessa forma, é razoável supor que o protetor de superfície Equia Forte Coat, que apresenta a

partícula de carga em concentração de 10 a 15%, se comporte da mesma maneira.

Sendo assim, a aplicação do protetor de superfície Equia Forte Coat parece não ser justificável quanto à intenção de melhorar os valores de sorção e solubilidade dos CIV, já que foi observado neste estudo que este material não interfere nesses dos CIV testados. Entretanto, em um estudo recente realizado por Habib *et al*.,[47] mostrou que este protetor de superfície impacta positivamente nas propriedades físico-mecânicas dos CIV.[47]

Independente do uso do protetor, pode-se verificar que houve um pico de sorção de água registrado na leitura das primeiras 24 horas. Tal resultado já era esperado, conforme já descrito na literatura, em que o pico da sorção se dá nas primeiras 24 horas.[48] Além disso, a variação de sorção após 14 dias foi pequena em todas as marcas comerciais. Esse desfecho também foi encontrado por Chutinan *et al*.,[49] em que verificaram que a sorção de água ocorre nas duas primeiras semanas de forma mais intensa.[49]

Com o aperfeiçoamento dos CIV, seu uso cada vez mais vem se tornando uma opção nos procedimentos restauradores. Entretanto, a presença de monômeros hidrofílicos no CIV acarreta em um aumento da susceptibilidade à sorção deste material. Adicionalmente, este material ainda apresenta um custo elevado, necessidade de treinamento profissional para sua aplicação, baixa resistência ao desgaste, além de estética e resistência à compressão e à tração inferiores às resinas compostas.[4] Essas limitações ainda exigem mais estudos no âmbito dos CIV, avaliando outros produtos para realizar a proteção superficial nos CIV.

A importância clínica deste estudo é aumentar o conhecimento acerca dos materiais testados para auxiliar em possíveis soluções clínicas das restaurações de CIV e, consequentemente, aumentar as taxas de sucesso deste material. Entretanto, por se tratar de um estudo preliminar *in vitro*, são necessários novos estudos clínicos para obtenção de resultados mais compatíveis com a realidade clínica.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o uso do protetor de superfície não influenciou nos valores de sorção e solubilidade dos CIV avaliados. O tipo de material teve influência nos resultados de sorção de água, onde o CIV convencional FJIX apresentou os menores valores de sorção diferindo dos demais materiais avaliados.

REFERÊNCIAS

1. Boing TF, Geus JL de, Wambier LM, Loguercio AD, Reis A, Gomes OMM. Are Glass-Ionomer Cement Restorations in Cervical Lesions More Long-Lasting than Resin-based Composite Resins? A Systematic Review and Meta-Analysis. J Adhes Dent. 2018;20(5):435-452. doi: 10.3290/j.jad.a41310.
2. Isler SC, Ozcan G, Ozcan M, Omurlu H. Clinical evaluation of combined surgical/ restorative treatment of gingival recession-type defects using different restorative materials: A randomized clinical trial. J Dent Sci. 2018;13(1):20-29. doi: 10.1016/j.jds.2017.09.004.
3. Barossi L. Tratamento restaurador de lesão cervical não cariosa: uma revisão integrativa dos últimos 10 anos. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Unisul; 2020;
4. Conceição EN. Dentística Saúde e Estética. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed; 2007.
5. Nomoto R, McCabe JF. Effect of mixing methods on the compressive strength of glass ionomer cements. J. Odontol. 2001;29(3):205-210. doi: 10.1155/2019/6834931.
6. Al-Taee L, Deb S, Banerjee A. An in vitro assessment of the physical properties of manually-mixed and encapsulated glass-ionomer cements. BDJ open. 2020;6(12):doi: 10.1038/s41405-020-0040-x.
7. Anusavice KJ, Shen C, Rawls h R. Phillips Materiais Dentários. 12ªed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2013.
8. Soares OE. Ações em saúde indígena Amazônica: O modelo do alto rio Negro. São Gabriel da Cachoeira, Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro – FOIRN. 2006.
9. Santos R V, Coimbra JR. Saúde Indígena. In: Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde. As Causas Sociais das Iniqüidades em Saúde no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2008. p. 128-30.
10. Prado MPM. ART - Tratamento Restaurador Atraumático: uma opção de prevenção em odontologia de baixo custo e ampla cobertura [Trabalho de Conclusão de Curso]. Universidade Federal de Minas Gerais. 2008;
11. Stadler P, Spartalis PAM, Wambier LM, Reinke SMG, Chimbiski ACR, Santos FA dos, et al. Evaluation of changes on glass ionomer cements after simulate toothbrushing with dentifrices of different abrasiveness. Rev Odontol UNESP. 2012;41(2):88–94.
12. Bezerra IM, Brito ACM, Sousa SA de, Santiago BM, Cavalcanti YW, Almeida L de FD de. Glass ionomer cements compared with composite resin in restoration of noncarious cervical lesions: A systematic review and meta-analysis. Heliyon. 2020;6(5):doi:10.1016/j.heliyon.2020.e03969.
13. Bhatia HP, Singh S, Sood S, Sharma N. A comparative evaluation of sorption, solubility, and compressive strength of three different glass ionomer cements in artificial saliva: an in vitro study. Int J Clin Pediatr Dent. 2017;10(1):49-54. doi: 10.5005/jp-journals-10005–1407.
14. Wilson AD, McLean JW. Glass-ionomer cement. Chicago: Quintessence. 1988;
15. Phillips S, Bishop BM. An in vitro study of the effect of moisture on glass-ionomer cement. Quintessence Int. 1985;16(2):175–177.
16. Reis A, Loguercio AD. Materiais dentários restauradores diretos: Fundamentos teóricos à aplicação clínica. 1ª ed. São Paulo Santos: 2007.
17. Shintome LK, Nagayassu MP, Nicoló R Di, Myaki SI. Microhardness of glass ionomer cements indicated for the ART technique according to surface protection treatment and storage time. Braz Oral Res. 2009;23(4):439-445. doi: 10.1590/S1806-83242009000400020.
18. Using glass ionomers. Council on dental materials, instruments, and equipment. J. Am. Dent. Assoc. 1990;121:181–188.
19. Turssi CP, Saad JRC, Junior SLLD, Junior ALR. Avaliação da

conduta profissional nas etapas de confecção de restaurações em ionômero de vidro. Rev Odontol. UNESP. 1999;28(1):73–81.
20. Pellegrinetti M, Imparato J, Bressan MC, Pinheiro SL, Echeverria S. Avaliação da retenção do cimento de ionômero de vidro em cavidades atípicas restauradas pela técnica restauradora atraumática. redalyc.org. 2005;5(3):209–213.
21. Reis RSA. Avaliação in vitro da liberação e retomada de flúor de alguns materiais ionoméricos com e sem protetor de superfícies resinoso. [Tese de Doutorado] . Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2001.
22. Leirskara J, Nordbùa H, Mountb GJ, Ngo H. The in uence of resin coating on the shear punch strength of a highstrength autocure glass ionomer. Dent. Mater. 2003;19:doi: 10.1016/S0109-5641(02)00016-7.
23. Wang XY, Yap AUJ, Ngo HC. Effect of early water exposure on the strength of glass ionomer restoratives. Oper. Dent. 2006;31(5):584-589. doi: 10.2341/05–106.
24. Lodi CS, Turati LG, Freitas TT de, Colombo V, Rezende GC, Yamanari GH, et al. Avaliação in vitro da influência do protetor de superfície na adesão bacteriana a cimentos ionômero de vidro. FUNEC. 2015 Oct 24;4(6):40-49. doi:10.24980/RFCM.V4I6.2160.
25. Vieira AC, Oliveira MCS, Ribeiro MC, Leite MF, Piai RP, Gusmão JRM. Análise da influência do polimento e da proteção superficial na rugosidade superficial dos cimentos de ionômero de vidro. Full dent. sci. 2016;7(25):92–96.
26. Cefaly DFG, Wang L, Mello LLCP de, Santos JL dos, Lauris JRP. Water sorption of resin-modified glass-ionomer cements photoactivated with LED. Braz Oral Res. 2006;20(4):342–346.
27. Reis A, Wambier L, Malaquias T, Wambier DS, Loguercio AD. Effects of warm air drying on water sorption, solubility, and adhesive strength of simplified etch-and-rinse adhesives. J. Adhes. Dent. 2013;15(1):41-46. doi: 10.3290/j.jad.a28172.
28. Beriat NC, Nalbant D. Water Absorption and HEMA Release of Resin-Modified Glass-Ionomers. Eur. J. Dent. 2019 Sep 27;03(04):267-272. doi: 10.1055/S-0039–1697443.
29. Aydýn N, Karaoðlanoðlu S, Aybala-Oktay E, Çetinkaya S, Erdem O. Aluminum releases from glass ionomer cement Investigation of water sorption and aluminum releases from high viscosity and resin modified glass ionomer. J Clin Exp Dent. 2020;12(9):844–51. doi: 10.4317/jced.56381.
30. Nicholson JW, Coleman NJ, Sidhu SK. Kinetics of ion release from a conventional glass-ionomer cement. J. Mater. Sci. Mater. Med. 2021;32(4):doi:10.1007/s10856-021-06501-1.
31. Kanchanavasita W, Anstice HM, Pearson GJ. Water sorption characteristics of resin-modified glass-ionomer cements. Biomaterials. 1997;18(4):343–349.
32. Matick ACC, Navarro CH, Higashi DT, Pascotto RC, Fujimaki M, Terada RSS. Avaliação da solubilidade e sorção em água de alguns materiais restauradores diretos. Rev Odontol UNESP. 2019;48:1-9. doi: 10.1590/1807-2577.12818.
33. Meºe A, Burrow MF, Tyas MJ. Sorption and solubility of luting cements in different solutions. Dent. Mater. J. 2008;27(5):702-709. doi: 10.4012/dmj.27.702.
34. Øysæd H, Ruyter IE. Water Sorption and Filler Characteristics of Composites for Use in Posterior Teeth. J. Dent. Res. 1986;65(11):1315-1318. doi: 10.1177/00220345860650110601.
35. Malkoç MA, Sevimay M, Tatar I, Çelik HH. Micro-CT Detection and Characterization of Porosity in Luting Cements. J. Prosthodont. 2015;24(7):553-561. 10.1111/jopr.12251.
36. Yoshioka L. Caracterização do cimento de ionômero de vidro encapsulado e influência da aceleração da reação de presa nas propriedades e resistência de união à dentina. [Tese de Doutorado] Universidade de São Paulo. 2019.
37. Yap AUJ, Pek YS, Cheang P. Physico-mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. J Oral Rehabil. 2003;30(1):1-8. doi: 10.1046/j.1365-2842.2003.01006.x.
38. Kaplan AE, Williams J, Billington RW, Braden M, Pearson GJ. Effects of variation in particle size on biaxial flexural strength of two conventional glass-ionomer cements. J Oral Rehabil. 2004;31:373-378. doi: 10.1046/j.1365-2842.2003.01234.x.
39. Yiu CKY, Tay FR, King NM, Pashley DH, Sidhu SK, Neo JCL, et al. Interaction of glass-ionomer cements with moist dentin. J. Dent. Res. 2004;83(4):283-289. 10.1177/154405910408300403.
40. Azevedo ER, Coldebella CR, Souza JF, Zuanon ACC. Effect of ultrasonic excitation on the ultimate tensile strength of glass ionomer cements after different water storage times. Rev Odontol UNESP. 2012;41(4):221–225.
41. LIMA BW e, Farias JFG de, Andrade AKM, Silva FDS da CM e, Duarte RM. Water sorption and solubility of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment considering the time and the pH of the storage solution Sorção. Rev Gaúch Odontol. 2018;66(1):29-34. doi: 10.1590/1981-86372018000100000000.
42. Goes MF de, Martins AL, Sartori CG, Sinhoreti MAC. Solubilidade de cimentos de ionômero de vidro indicados
para o Tratamento Restaurador Atraumático. Rev Assoc Paul Cir Dent. 2015;69(3):272–280.
43. Kalachandra S, Wilson TW. Water sorption and mechanical properties of light-cured proprietary composite tooth restorative materials. Biomaterials. 1992;13:105–109.
44. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks.X. Dent Mater. 2006;22:211–222.
45. Santerre JP, Shajii L, Leung BW. Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. Crit Rev Oral Biol Med. 2001;12(136–151):doi: 10.1177/10454411010120020401.
46. Silva EM da, Almeida GS, Poskus LT, Guimarães JGA. Relattioship between the degree of conversion, solubility and salivary sorptio of a hybrid and a nanofilled resin composite: influence of the light-activation mode. Oper. Dent. 2008;33(3):287-293. doi: 10.2341/07–81.
47. Habib SI, Yassen A, Ezzat Bayoumi R. Influence of Nanocoats on the Physicomechanical Properties and Microleakage of Bulk-fill and Resin-modified Glass Ionomer Cements: An In Vitro Study Restoration of endo treated teeth View project Enamel remineralization View project. Artic. J. Contemp. Dent. Pract. 2021;22(1):62-68. doi: 10.5005/jp-journals-10024–3020.
48. Ferracane JL. In vitro evaluation of composite resins:structure—property relationships, development of assess-ment criteria. Trans Acad Dent Mater. 1989;2:6–35.
49. Chutinan S, Platt JA, Cochran MA, Moore BK. Volumetric dimensional change of six direct core materials. Dent. Mater. 2004;20(4):345-351. doi: 10.1016/S0109-5641(03)00127–1.