

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**Bruna Médice Chinelate**

**Cimento de Ionômero de Vidro de Alta Viscosidade: Um olhar para novas  
possibilidades**

Juiz de Fora  
2022

**Bruna Médice Chinelate**

**Cimento de Ionômero de Vidro de Alta Viscosidade: Um olhar para novas possibilidades**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Laísa Araújo Cortines Laxe

Juiz de Fora

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Chinelate, Bruna Médice.

Cimento de Ionômero de Vidro de Alta Viscosidade: Um olhar para novas possibilidades / Bruna Médice Chinelate. -- 2022. 40 p.

Orientadora: Laísa Araújo Cortines Laxe  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia, 2022.

1. Cimentos de Ionômeros de Vidro. 2. Tratamento Dentário Restaurador sem Trauma. 3. Boas Práticas de Manipulação. 4. Propriedades Mecânicas. I. Laxe, Laísa Araújo Cortines, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
REITORIA - FACODONTO - Coordenação do Curso de Odontologia

**Bruna Médice Chinelate**

**Cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade: um olhar para novas possibilidades**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Aprovado em 29 de agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Laísa Araújo Cortines Laxe - Orientadora  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Luciana Andrea Salvio  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Renato Cilli  
Universidade Federal de Juiz de Fora



Documento assinado eletronicamente por **Laisa Araujo Cortines Laxe, Professor(a)**, em 30/08/2022, às 09:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renato Cilli, Professor(a)**, em 30/08/2022, às 10:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Andrea Salvio, Professor(a)**, em 30/08/2022, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0927019** e o código CRC **453C6367**.

Dedico esta monografia aos meus pais e irmão, que sempre estiveram ao meu lado, me dando todo o amor e carinho, e a Deus, que me proporciona toda a força e está à frente de cada passo em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre abençoando minha vida, me guiando e iluminando meus caminhos.

Agradeço aos meus pais e irmão por serem tão bons para mim, por todo o amor, carinho, paciência, dedicação, apoio e confiança, e por me proporcionarem a oportunidade dos estudos.

Agradeço à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora por proporcionar a oportunidade de realizar o curso e pela estrutura e educação para a minha formação acadêmica.

Agradeço aos professores que transmitiram todo seu conhecimento e me propiciaram chegar até o presente momento de estudos, e principalmente à Professora Laísa Araújo Cortines Laxe, que foi indispensável para a construção e conclusão desse trabalho.

Agradeço a todos os meus amigos que me deram todo o apoio e amizade, e me proporcionaram tantos momentos incríveis e inesquecíveis.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar, por meio de uma revisão de literatura, as propriedades do cimento de ionômero de vidro (CIV), na hipótese de que a alteração da proporção de pó/líquido do CIV restaurador convencional possa proporcionar condições semelhantes aos CIVs de alta viscosidade, com um custo menor. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bases de dados, utilizando as palavras-chave “art”, “tratamento restaurador atraumático”, “cimento ionômero de vidro”, “proporção pó líquido” e “ensaio clínico”, e selecionados 28 artigos, de 1976 a 2022. De forma geral, a manipulação de CIVs restauradores convencionais em maior proporção pó/líquido para aplicação no Tratamento Restaurador Atraumático (ART), a fim de torná-los semelhantes aos CIVs de alta viscosidade, proporcionou aprimoramento das propriedades do material original, tanto em ambiente laboratorial quanto clínico, apesar da influência de diversos fatores intrínsecos e extrínsecos ao ambiente oral não ter sido considerada na maioria dos estudos incluídos nesta revisão. Não há um consenso sobre qual CIV possui melhor desempenho clínico, considerando-se diferentes fabricantes, nem qual CIV poderia gerar um melhor custo-benefício para o ART. Portanto, deve-se analisar cuidadosamente qual CIV apresentaria melhor aplicabilidade e durabilidade em um contexto envolvendo comunidades de baixa renda, com pouco acesso a tratamentos odontológicos convencionais, assim como, os serviços de saúde pública.

Palavras-chave: Cimentos de Ionômeros de Vidro. Tratamento Dentário Restaurador sem Trauma. Boas Práticas de Manipulação. Propriedades Mecânicas.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to analyse, through a review, the properties of glass ionomer cement (GIC), in the hypothesis that the alteration of the powder/liquid ratio of the conventional restorative GIC can provide similar conditions to the high viscosity GICs, with a lower cost. A bibliographic search was carried out in databases, using the keywords "art", "atraumatic restorative treatment", "glass ionomer cement", "powder-liquid ratio" and "clinical trial", and it was selected 28 articles, from 1976 to 2022. In general, the manipulation of conventional restorative GICs in a higher powder/liquid ratio for application in Atraumatic Restorative Treatment (ART), in order to make them similar to high viscosity GICs, provided an improvement in the properties of the original material, both in laboratory and clinical environments, although the influence of several intrinsic and extrinsic factors to the oral environment had not been considered in most of the studies included in this review. There is no consensus on which GIC has the best clinical performance, considering different manufacturers, nor which GIC could generate the best cost-effectiveness for ART. Therefore, one should carefully analyse which GIC would present better applicability and durability in a context involving low-income communities, with little access to conventional dental treatments, as well as public health services.

**Keywords:** Glass Ionomer Cement. Dental Atraumatic Restorative Treatment. Good Manipulation Practices. Mechanical Properties.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μSBS	Resistência de união ao microcislhamento
AEF	Análise dos elementos infinitos
ART/TRA	Tratamento restaurador atraumático
CHX	Clorexidina
CIV	Cimento de ionômero de vidro
CIV-AV	Cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade
CIV-MR	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina
CPI	Cárie precoce na infância
CS	Resistência à compressão
DTS	Resistência à tração diametral
FS	Resistência à flexão
FT	Tenacidade à fratura
KHN	Teste de microdureza Knoop
SR	Taxa de sobrevivência
TBS	Resistência de união à tração
USPHS	Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	PROPOSIÇÃO .....	11
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4	DISCUSSÃO .....	29
5	CONCLUSÃO .....	37
	REFERÊNCIAS .....	38

## 1 INTRODUÇÃO

Os cimentos de ionômero de vidro (CIVs), ou cimentos de polialcenoato de vidro, são materiais que consistem em partículas inorgânicas de vidro dispersas em uma matriz insolúvel de hidrogel (FOOK et al., 2008). São baseados na reação de pó de vidro com ácido poliacrílico, no qual os polímeros reagem com o vidro em uma reação de ácido-base, formando o cimento restaurador endurecido (KUMARI et al., 2019 e PRENTICE et al., 2005). Existem diferentes tipos deste cimento disponíveis no mercado, os quais são classificados de formas distintas. De acordo com a aplicação clínica, podem ser: Tipo I, indicados para cimentação ou fixação de restaurações rígidas; Tipo II, indicados para restaurações diretas, estéticas, intermediárias ou reforçadas; ou Tipo III, para forramento ou base e selamento de cicatrículas e fissuras. Em relação à composição química, classificam-se em convencionais, anidro, modificados por resina, reforçados por metais ou de alta viscosidade (FOOK et al., 2008 e CARVALHO et al. 2017).

O tratamento restaurador atraumático (ART) é um método que foi desenvolvido buscando uma abordagem restauradora de mínima intervenção. É uma técnica utilizada em situações de comunidades carentes, as quais não possuem acesso ao tratamento odontológico, uma vez que há falta de recursos, como equipamentos necessários, água encanada e eletricidade. Além disso, é também abordada na Odontopediatria e em pacientes com deficiência física e/ou intelectual, visto que dispensa o uso de motores e técnicas anestésicas. Desta forma, pode também ser abordada em escolas, residências particulares e casas de idosos (BONIFÁCIO et al., 2010; CARVALHO et al. 2017; CEFALY et al., 2003 e MOLINA et al., 2017). A técnica se resume na remoção de tecido dental desmineralizado pela cárie, removendo integralmente a dentina infectada e mantendo a dentina somente afetada pela desmineralização, a qual ainda é passível de sofrer remineralização. Para esta técnica, utiliza-se instrumentos manuais sem o uso de equipamento rotatório convencional. Em seguida, restaura-se a cavidade com um material de preenchimento adesivo, sendo geralmente escolhido o CIV devido às suas propriedades físicas, químicas e biológicas favoráveis. Dentre estas, citam-se biocompatibilidade, liberação de flúor, coeficiente de expansão térmica semelhante aos tecidos dentários mineralizados, baixa contração volumétrica, união à estrutura dental e estética satisfatória (FAUSTINO-SILVA e FIGUEIREDO, 2019; MOBARAK et al., 2019;

MOMESSO et al., 2010; OLEGÁRIO et al., 2020 e TAKAHASHI et al, 2006). Neste sentido, foi desenvolvido o CIV de alta viscosidade, especialmente para a técnica ART, o qual possui propriedades melhoradas, sendo vantajoso na abordagem da técnica, já que resulta em maiores taxas de sobrevivência das restaurações consideradas definitivas (BONIFÁCIO et al., 2013a).

No entanto, embora a técnica seja voltada a situações de baixa renda e vise menos gastos, é uma abordagem muito cara. Isso porque o CIV de alta viscosidade possui um alto custo, o que se torna uma grande desvantagem e restringe o acesso para a população, se tornando inviável em especial no âmbito de saúde pública (CALVO et al., 2016). Através de uma breve busca por valores, no primeiro semestre de 2022, pode-se perceber a variação de preço desses cimentos entre R\$72,84 e R\$874,00, de acordo com diferentes *sites* de vendas *online* e fabricantes de CIV de alta viscosidade. Dessa forma, torna-se necessária a busca por um material que possua baixo custo e, ao mesmo tempo, proporcione propriedades ideais para a abordagem da técnica restauradora atraumática.

Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar, por meio de uma revisão de literatura, as propriedades do cimento de ionômero de vidro, na hipótese de que a alteração da proporção de pó/líquido do CIV restaurador convencional possa proporcionar condições semelhantes aos CIVs de alta viscosidade, com um custo menor.

## **2 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste trabalho foi analisar, por meio de uma revisão de literatura, as propriedades do cimento de ionômero de vidro, na hipótese de que a alteração da proporção de pó/líquido do CIV restaurador convencional possa proporcionar condições semelhantes aos CIVs de alta viscosidade, com um custo menor.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Crisp et al. (1976) realizaram uma investigação entre a relação pó/líquido e as propriedades dos cimentos de ionômero de vidro. Quatro tipos deste cimento foram estudados, os quais foram manipulados de acordo com o fabricante no tempo total de 1 minuto. A determinação da consistência, tempo de fixação, tempo de presa, resistência à compressão e solubilidade foram feitas de acordo com a BS 3365. Um aumento na relação pó/líquido levou a aumentos na rigidez da mistura, taxa de presa, resistência à compressão, dureza superficial e resistência ao ataque aquoso, assim como, diminuiu o diâmetro dos discos, o tempo de trabalho e o tempo de presa do material. Concluiu-se que deve ser utilizada a maior relação pó/líquido compatível com uma mistura conveniente e um trabalho adequado, visando melhores propriedades como taxa de endurecimento mais rápida, alta resistência mecânica e resistência à umidade.

Ewoldsen et al. (1997) avaliaram as resistências de união à compressão, à tração e ao cisalhamento ao esmalte e dentina de um CIV de alta viscosidade (Fuji IX) e dois CIVs-MR (Fuji Plus e Advance) em uma proporção pó/líquido de 3,6:1. Para os testes de resistência à compressão e resistência à tração diametral, dez amostras de cada material foram carregadas axial e diametralmente para cada teste, respectivamente, em uma máquina de teste Instron Universal, a uma velocidade de 1 mm/min e testadas até a falha. Para resistência de união ao cisalhamento, os dentes foram preparados para testes de adesão do cimento e, em seguida, suas superfícies foram condicionadas conforme recomendado pelos fabricantes antes da aplicação do CIV. Amostras cilíndricas de cimento foram preparadas e o pó de cimento e líquidos foram misturados e colocados nas matrizes. Após 24 horas, os espécimes foram termociclados entre 5°C e 55°C de água por 1500 ciclos e, posteriormente, testados até a falha. As resistências à compressão dos CIVs testados foram significativamente diferentes. Fuji IX apresentou a maior resistência à compressão e Advance a menor resistência. A resistência à tração dos CIVs-MR foi maior que a do CIV-AV. Fuji Plus mostrou a maior resistência de união ao esmalte e dentina e foi significativamente diferente de Fuji IX e Advance. Em conclusão, os CIVs-MR misturados em proporções pó/líquido elevadas exibiram maior resistência à tração diametral e resistência ao cisalhamento à dentina do que um CIV convencional. O aumento na proporção produziu uma mistura de consistência restauradora que resultou em uma melhoria na

resistência à tração diametral destes cimentos em comparação com uma proporção pó/líquido de consistência de cimentação.

Pereira et al. (2002) avaliaram as propriedades mecânicas e a resistência de união de cimentos de ionômero de vidro e CIVs modificados por resina indicados como materiais restauradores para a técnica de Tratamento Restaurador Atraumático. Quinze corpos de prova cilíndricos para o teste de resistência à tração diametral (DTS) e quinze para o teste de resistência à compressão (CS) foram confeccionados com cada CIV: Ketac-Fil, Ketac-Molar (ESPE), Fuji IX e Fuji PLUS (GC). Quarenta molares humanos foram seccionados e incluídos em resina com superfícies vestibulares ou linguais expostas para o teste de resistência de união à tração (TBS). A superfície foi lixada até obter uma área plana de esmalte ou dentina. Após o condicionamento, amostras em formato de ampulheta dos CIVs foram preparadas nas superfícies planas dos dentes. A proporção pó/líquido de Fuji PLUS foi ajustada para fins restauradores. Antes do teste, as amostras foram armazenadas por 24h (teste TBS) e por 1h, 24h e 7 dias (testes CS e DTS) em água deionizada a 37°C. Os corpos de prova foram carregados a uma velocidade de 1,0 mm/min para CS e 0,5 mm/min para testes DTS e TBS até que a falha ocorresse. Os dados foram submetidos à ANOVA de duas vias com nível de significância de 0,05, seguida de teste de Tukey-Kramer para comparações múltiplas. Os valores médios de CS variaram de 90,27 a 170,73 MPa e as médias de DTS de 6,21 a 22,32, com períodos de teste de 1 hora a 7 dias. As médias para TBS variaram de 4,90 a 11,36 MPa e de 2,52 a 5,55 MPa em esmalte e dentina, respectivamente. Não foram encontradas diferenças entre os materiais com o teste CS, exceto em 1 hora. O CIV modificado por resina apresentou a maior DTS, sem alterações entre os períodos de teste, e a maior TBS, tanto para esmalte quanto para dentina. Em conclusão, o CIV-MR com consistência restauradora exibiu maior DTS e TBS, tanto para esmalte quanto para dentina, comparado a outros tipos de CIV testados. O teste CS mostrou resultados semelhantes para CIV-MR de consistência restauradora e CIV convencional ou CIVs de alta viscosidade.

Cefaly et al. (2003) avaliaram a resistência à tração diametral e a sorção de água de CIVs restauradores de alta viscosidade (Fuji IX e Ketac Molar) e modificados por resina indicados para cimentação (ProTec Cem, Fuji Plus e Vitremer), manipulados na proporção pó/líquido indicada pelo fabricante e em maior proporção para a utilização no Tratamento Restaurador Atraumático. O ionômero restaurador convencional (Ketac Fil) foi utilizado como controle. Espécimes (6mm de diâmetro x

3mm de altura) foram preparados e armazenados (1 hora, 1 dia e 1 semana) para o teste de resistência à tração diametral. Os dados foram submetidos à ANOVA a dois critérios e ao teste de Tukey. Para o teste de sorção de água, espécimes com 15mm de diâmetro x 0,5mm de altura foram preparados e transferidos a dessecadores até a obtenção de uma massa constante. Em seguida, os espécimes foram imersos em água deionizada por 7 dias, pesados e recondicionados a uma massa constante em dessecadores. Os dados foram submetidos à ANOVA a um critério e ao teste de Tukey. Cinco espécimes de cada material e consistência foram preparados para cada teste. Os ionômeros modificados por resina mostraram maior resistência que os convencionais. Exceto pelo ProTec Cem, a resistência dos materiais modificados por resina aumentou significativamente da consistência cimentante para a restauradora; além disso, a sorção de água desses materiais foi maior que a dos outros ionômeros. A sorção de água dos materiais modificados por resina na consistência restauradora foi significativamente menor que na consistência de cimentação. Foi concluído que os CIVs-MR indicados para cimentação manipulados em maior proporção pó/líquido apresentaram melhores propriedades que na consistência de cimentação.

Prentice et al. (2005) investigaram a variação nas propriedades de um cimento experimental de ionômero de vidro quando uma combinação de partículas grandes ("Pó A") e pequenas ("Pó B") foi utilizada. Os pós com partículas grandes (tamanho médio 9,60 mm) e pequenas (3,34 mm) foram misturados em várias proporções e misturados com ácido poliacrílico em pó para fazer uma gama de pós de ionômeros de vidro. Estes pós foram misturados com um líquido de ionômero de vidro em pó (SDI Ltd, Austrália) para proporções líquidas de 2:1, 2,5:1 e 3:1, e os cimentos resultantes avaliados para tempo de trabalho, tempo de presa, manuseio clínico e força de compressão. Os resultados foram analisados por ANOVA. Uma proporção aumentada de partículas menores correspondeu a forças maiores e uma proporção aumentada de partículas maiores a uma diminuição da viscosidade do cimento. Quando foram utilizados 20-30% em peso do cimento de pequenas partículas, a pasta demonstrou um pico na coesão e tempo de trabalho, com uma viscosidade semelhante aos CIVs restauradores comerciais. Concluiu-se que a otimização do dimensionamento de partículas e distribuição pode, assim, levar a CIVs com características melhoradas de manuseio clínico e maior resistência, o que pode aumentar a longevidade da restauração.



Takahashi et al. (2006) avaliaram as propriedades antibacterianas, físicas e de adesão de CIVs contendo clorexidina (CHX) e determinaram as concentrações ideais para incorporação de agentes para obtenção de CIVs antibacterianos para uso com a abordagem ART. Diacetato de CHX combinado com dicloridrato de CHX foi adicionado ao pó do CIV controle para obter proporções de concentração de 1/0, 2/0, 3/0, 1/1 ou 2/2% p/p. A atividade antibacteriana de cada cimento contra *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus casei* ou *Actinomyces naeslundii* foi examinada usando métodos de difusão em ágar e a liberação de CHX foi analisada por HPLC. A resistência à compressão, a resistência de união à dentina e o tempo de presa foram medidos e comparados com os das amostras de controle. Todos os CIVs experimentais exibiram inibição das três bactérias, mas os tamanhos das zonas de inibição e as concentrações de CHX liberadas não foram dependentes do conteúdo de CHX. A incorporação de diacetato de CHX a 2% ou mais diminuiu significativamente a resistência à compressão e a resistência de união à dentina foi adversamente afetada pela adição de diacetato de CHX a 2% ou mais ( $p < 0,05$ , ANOVA, teste PLSD de Fisher), embora o tempo de presa tenha sido estendido perante adição de qualquer concentração de CHX.

Yamazaki et al. (2006) avaliaram o comportamento viscoelástico de 6 CIVs e determinaram se havia correlação com a tenacidade à fratura. Três CIVs convencionais (a-Silver, a-Fil e Ketac-Molar) e 3 CIVs modificados por resina (Vitremer, Fuji II LC e Photac-Fil Quick) foram avaliados quanto à resistência à compressão (CS), à flexão (FS) e à tração diametral (DTS) em taxas de deslocamento de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0mm/min. Os espécimes para testes de CS e DTS foram curados em tubos de vidro e cortados em 4x6mm e 4x2mm em forma de disco, respectivamente. Os corpos de prova para o teste de FS foram curados em matrizes com formato de barra (2x2x15mm). Os corpos de prova de tenacidade à fratura (FT) foram curados em uma matriz compacta para obtenção de corpos de prova pré-trincados. Os resultados dos testes mecânicos foram comparados estatisticamente usando modelo linear generalizado/análise de covariância e o teste de intervalo múltiplo de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch, considerando  $\alpha = 0,05$ . Para todas as 3 propriedades mecânicas, houve uma dependência da taxa de deslocamento com a propriedade mecânica. No entanto, não houve diferenças na dependência da taxa de deslocamento com base no tipo de material – CIV convencional ou CIV modificado por resina – para qualquer uma das propriedades mecânicas. Apenas para o teste FS

houve diferença significativa com base na marca do material. Não houve diferença estatística na FT entre os CIVs testados, embora aqueles modificados por resina tendem a apresentar maior FT. Concluiu-se que um tamanho de amostra maior e uma faixa muito maior de velocidades nos testes são necessários para sustentar uma correlação entre o comportamento viscoelástico e a tenacidade à fratura.

Billington et al. (2007) determinaram se as partículas de vidro que não reagiram (representando o núcleo interno) ou as partículas lavadas com ácido acético (para produzir a zona depletada sem formar uma matriz) são capazes de absorver quantidades consideráveis de íon  $F^-$ . Foram selecionados três vidros para o estudo: LG30 e LG26, ambos vidros experimentais desenvolvidos pelo programa Brite Euram; e AH2, um vidro CIV comercial. Todos continham em sua composição Al, Ca, P, O e Si. Além destes elementos, LG26 também possuía F e AH2 continha Na e F. As fritas de vidro foram moídas e peneiradas de forma semelhante como são feitos os cimentos e foram confeccionadas duas amostras de cada vidro. As amostras no estado moído e peneirado foram codificadas como "RAW", enquanto as amostras com produção de zona depletada na superfície das partículas foram lavadas em ácido acético e codificadas como "DEPLETED". As amostras de teste (n=5) foram imersas em solução KF (900 ppm F) e foram usadas soluções de controle sem vidro. Ambos foram armazenados a 37°C por 48h. As concentrações de F foram medidas usando ISE com TISAB IV. Os resultados foram calculados em mmol de  $F^-$  por grama de vidro. Amostras RAW tiveram valores muito inferiores às amostras DEPLETED e os cimentos de estudos anteriores para todos os três vidros. Enquanto isso, os valores das amostras DEPLETED foram semelhantes aos dos cimentos. As diferenças foram de LG30 RAW 3,4x AH2 RAW e LG26 DEPLETED 1,5x LG30 e AH2 DEPLETED, sendo que estatisticamente (teste não paramétrico de Wilcoxon) a diferença significativa foi nos resultados DEPLETED, tendo LG26 maior que o AH2 e LG30. Além disso, a absorção dos vidros RAW teve relação inversa significativa com o teor de F do vidro. Portanto, os níveis de captação de F por DEPLETED foram comparáveis aos encontrados com CIVs formados com esses vidros. Em conclusão, as partículas de vidro do CIV, e particularmente as zonas depletadas ao seu redor, podem ser responsáveis por uma quantidade apreciável da captação de íons  $F^-$  observada com cimentos. No entanto, os vidros não apresentam a mesma relação entre o teor de F e a absorção de F observada anteriormente com os cimentos confeccionados a partir deles.

Fook et al. (2008) revisaram os principais conceitos relacionados aos CIVs, bem como suas propriedades e aplicações clínicas. O estudo ressaltou diversas características relativas ao CIV. Foi destacado que o material pode ser classificado de acordo com suas aplicações em três tipos, sendo o tipo I indicado para cimentação ou fixação de restaurações rígidas, tipo II para restaurações diretas ou estéticas e tipo III para forramento ou base e selamento. Da mesma forma, os CIVs podem ser também classificados de acordo com sua composição química, podendo ser do tipo convencional, reforçados por metais, de alta viscosidade ou modificado por resina. Foi exposto também sobre sua reação de presa, a qual possui três estágios: deslocamento de íons, formação de matriz de hidrogel e fase de gel de polissais. Em relação às propriedades, os CIVs possuem boa adesividade, liberação de flúor, coeficiente de expansão térmica semelhante ao dentário e compatibilidade biológica. Quanto às aplicações, o cimento é bastante difundido no mercado e possui diversos usos, dentre os quais, os tratamentos restauradores atraumáticos (ART), sendo amplamente escolhidos para a técnica.

Koenraads et al. (2009) testaram a hipótese de que não existe diferença na resistência à compressão das cavidades ART classe II entre aquelas restauradas com (1) carbômero de vidro e um ionômero de vidro comumente usado; (2) Ketac Molar Easymix (KMEM) e o ionômero de vidro comumente usado e; (3) carbômero de vidro e KMEM. Para os testes, 100 dentes molares estratificados por tamanho foram alocados aleatoriamente para os quatro grupos de teste. Grandes cavidades ART classe II foram acessadas e restauradas com Clearfil fotoposterior (controle negativo), Fuji IX (controle positivo), carbômero de vidro e KMEM (grupos experimentais). Metade das amostras em cada grupo de teste foram termocicladas 5000 vezes entre 5°C e 55°C, com um tempo de permanência de 30s em cada banho e um tempo de transferência de 10s. As restaurações foram testadas estaticamente no rebordo marginal até a falha, usando uma haste de teste retangular arredondada na velocidade da cruzeta de 1,0 mm/min. ANOVA e teste-t de Student foram aplicados para testar as diferenças entre a variável dependente (resistência à compressão no ponto de ruptura final) e as variáveis independentes (termociclagem e material restaurador). Como resultado, obteve-se que as restaurações de Clearfil fotoposterior tiveram um valor médio de resistência à compressão estatisticamente significante maior no ponto de ruptura final do que os dos três ionômeros de vidro testados, e não foi observado efeito de termociclagem. O ANOVA entre os três materiais de ionômero de vidro e a

resistência à compressão média no ponto de ruptura final não mostraram diferença estatisticamente significativa. Concluiu-se que cavidades ART Classe II restauradas com o carbômero de vidro e o Ketac Molar Easymix não foram significativamente mais resistentes a fraturas do que restaurações comparáveis usando o ionômero de vidro convencional Fuji IX.

Bonifácio et al. (2010) avaliaram a microinfiltração *in vitro* de restaurações proximais de CIV de duas camadas em molares decíduos. Para tal, quarenta molares decíduos receberam preparos cavitários proximais e foram divididos aleatoriamente em dois grupos: G1 foi restaurado com CIV de proporção pó/líquido regular, enquanto G2 recebeu primeiramente uma camada fluida de CIV e, em seguida, uma camada de CIV convencional. Após 24h de armazenamento em água (37°C), os dentes foram impermeabilizados, com exceção da área da restauração e 1 mm de seu entorno, imersos em solução de azul de metileno a 0,5% (4h), lavados e seccionados mesio-distalmente. Um lado foi polido e analisado em microscópio de luz, enquanto que as réplicas do outro lado foram observadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV). A avaliação da microinfiltração foi realizada por 3 avaliadores. A análise dos dados (Mann-Whitney) mostrou um resultado significativamente melhor para G2. Na avaliação em MEV, foram observadas irregularidades no G1, na interface dente/CIV. Já para G2, não foi possível observar qualquer deslocamento do CIV em relação à estrutura do dente, o que confirmou melhor adaptação observada no teste de microinfiltração. Foi concluído que a inserção de uma camada de CIV fluida em cavidades proximais antes da inserção de uma camada de CIV convencional melhora a adaptação do material ao dente.

Momesso et al. (2010) avaliaram a rugosidade superficial de três CIVs indicados para restaurações ART em um experimento *in vitro*. Dez corpos de prova cilíndricos de três cimentos comerciais de ionômero de vidro (Vidrion R – S.S. White, Maxxion R – FGM e Vitro Molar – DFL) foram confeccionados (n=30) sem acabamento ou proteção superficial. Vinte e quatro horas após o preparo, as medidas de rugosidade superficial foram obtidas pela média de três leituras da superfície de cada corpo de prova por perfilometria. Os valores de rugosidade (Ra,  $\mu\text{m}$ ) foram submetidos à ANOVA de uma via e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre Vidrion R ( $0,18 \pm 0,05$ ) e Vitromolar ( $0,21 \pm 0,05$ ), enquanto Maxxion R apresentou valores de rugosidade significativamente maiores que os demais. Pode-se concluir que as características de tamanho e composição das

partículas dos diferentes CIVs afetaram a rugosidade superficial 24h após a preparação.

Zanata et al. (2011) avaliaram a microdureza Knoop (KHN) e a composição química do CIV de alta viscosidade após 10 anos de serviço clínico. Seis amostras CIV-AV foram cortadas de restaurações ART de 10 anos. As seções foram embutidas em moldes de acrílico com seu perfil longitudinal exposto. A KHN foi determinada realizando três sequências de cinco indentações a 10, 30, 50, 70 e 90 mm da superfície externa do CIV-AV. Para o grupo controle (n=6), os espécimes CIV-AV foram armazenados em água destilada por 24 meses. As medições de dureza foram feitas nos dias 7, 30, 60, 120, 180, 360 e 720. Para análise química usando MEV-EDX, amostras de 10 anos e controle foram desidratadas e revestidas com carbono. Os dados foram analisados pelo teste T e teste ANOVA/Tukey ( $p < 0,05$ ). Observou-se aumento significativo de KHN no grupo controle até o período de 180 dias. A partir deste ponto, os valores estabilizaram e não foram mais encontradas diferenças significativas entre os valores de KHN de 10 anos e de controle. Não foram observadas diferenças estatísticas entre KHN das distâncias internas em comparação com a superfície externa dos espécimes CIV-AV de 10 anos. Em um espécime de 10 anos, as imagens obtidas em MEV identificaram a transformação de CIV-AV em uma camada alterada sem partículas de enchimento de vidro detectáveis e o aumento dos teores de Ca, K e P. Concluiu-se que os valores de KHN de espécimes CIV-AV de 10 anos foram semelhantes aos valores do grupo controle no período de armazenamento de 180 dias. Com exceção de um espécime de 10 anos, em que se observou uma camada alterada, a composição química foi semelhante entre as profundidades avaliadas.

Chen et al. (2012) investigaram o efeito preventivo contra a cárie de selantes produzidos com ionômero de vidro de alta viscosidade com elevada relação pó-líquido (ART) e alta energia, bem como, do carbômero de vidro, em comparação com os selantes de resina composta. O ensaio clínico randomizado abrangeu 407 crianças, com idade média de 8 anos. Em um complexo escolar, três dentistas aplicaram selantes em fóssulas e fissuras de dentes de crianças com alto risco à cárie. A avaliação por dois avaliadores independentes foi realizada após 0,5, 1 e 2 anos. O método de sobrevivência de Kaplan-Meier, ANOVA e teste T foram usados na análise dos dados. 1352 primeiros molares permanentes foram selados. 6,6% das crianças e 6,8% dos selantes caíram em 2 anos. 27 fóssulas e fissuras re-expostas, 20 em

superfícies oclusais e 7 em superfícies lisas, em 25 crianças, desenvolveram uma lesão de cárie dentinária. A sobrevivência cumulativa de fóssulas e fissuras livres de lesão de cárie dentinária no grupo do selante de carbômero de vidro foi significativamente menor (97,4%) do que no ionômero de vidro de alta viscosidade com energia fornecida (99%) e no grupo de selantes de resina composta (98,9 %). Não houve diferença estatisticamente significativa na sobrevida cumulativa de fóssulas e fissuras livres de lesões cariosas de dentina, entre os grupos de selantes de ionômero de vidro de alta viscosidade com (99%) e sem (98,3%) fornecimento de energia, após 2 anos. Conclui-se que a sobrevida de fóssulas e fissuras livres de lesões de cárie dentinária foi elevada em todos os tipos de selantes. Mais lesões de cárie dentinária foram observadas no grupo do carbômero de vidro comparado aos outros. A aplicação de alta energia na presa do ionômero de vidro de alta viscosidade não produziu eficácia superior na prevenção do desenvolvimento de lesão de cárie dentinária em fóssulas e fissuras previamente seladas, após 2 anos.

Bonifácio et al. (2013a) avaliaram se o uso de uma camada intermediária fluida de CIV melhoraria a taxa de sobrevivência de restaurações proximais ART, baseado em estudos anteriores, os quais relataram resultados positivos com este método em tratamentos restauradores oclusais atraumáticos. Um total de 208 crianças (6-7 anos), com pelo menos uma lesão de cárie ocluso-proximal em um molar decíduo, foram selecionadas e alocadas aleatoriamente em dois grupos: G1 - técnica convencional, CIV de uma camada (relação pó/líquido 1:1) e G2 - técnica de duas camadas, consistindo de uma primeira camada de CIV de consistência fluida (relação pó/líquido 1:2) e uma segunda camada de consistência regular. As restaurações foram confeccionadas por alunos do último ano do curso de graduação em Odontologia, utilizando-se o CIV de alta viscosidade Fuji IX. As avaliações clínicas foram realizadas nos seguintes períodos: após 1, 6, 12 e 18 meses. A sobrevivência das restaurações foi analisada pelos testes de Kaplan-Meier e log rank. Análises de regressão de Poisson ( $\alpha=0,05$ ) foram utilizadas para verificar a influência de fatores como técnica de inserção, superfície da restauração e operadores. A taxa de sobrevivência (SR) geral das restaurações após 18 meses foi de 68% (67% para G1 e 68% para G2). Não houve diferença na taxa de sobrevivência entre as diferentes técnicas. Em conclusão, ao longo de 18 meses, o uso de uma camada intermediária fluida de CIV em restaurações ART proximais não melhorou a sobrevivência da restauração.

Bonifácio et al. (2013b) avaliaram a resistência à flexão de um CIV de duas camadas, usando um CIV fluido como revestimento (técnica de duas camadas) ao se considerar que o CIV de alta viscosidade pode gerar má adaptação à cavidade, enquanto o uso de uma camada fluida de CIV parece melhorar sua adaptação em restaurações proximais *in vitro*. Foram criados quatro grupos: CIV convencional, CIV fluido e espécimes em camadas onde o CIV fluido estava sob tensão (CIV fluido abaixo) e compressão (CIV fluido acima). Foram testadas as capacidades de suporte de carga e o módulo de Young, a partir de um teste de flexão de três pontos. Além disso, foram criados modelos para uma análise de elementos finitos (AEF) do teste de flexão e de uma cavidade proximal em um molar permanente. Os modelos de teste de duas camadas foram analisados com as duas camadas anexadas e destacadas uma da outra. Os modelos foram carregados com a carga experimental de fratura média determinada. Em um modelo do dente 46, foi criada uma cavidade ocluso-mesial de 2,0 mm de altura e 2,0 mm de profundidade com largura de 2,5 mm. Foram confeccionados dois tipos de restaurações: uma de CIV convencional e outra de CIV convencional com liner de 1mm de CIV fluido (duas camadas unidas uma à outra). Estes modelos forneceram informações sobre a distribuição de tensões de cada componente do corpo de prova e sobre a restauração. A resistência à flexão aparente e o módulo de Young de ambos os grupos em camadas foram significativamente menores do que no grupo convencional. A AEF mostrou que as amostras de duas camadas com o CIV fluido abaixo apresentaram separação das camadas sob carga. No modelo de dente com cavidade ocluso-mesial, quando submetidos à mesma carga, o CIV convencional e o CIV bicamada diferiram na quantidade de tensões absorvidas, obtendo-se melhor distribuição de tensões para as restaurações de duas camadas. Em conclusão, o CIV bicamada apresentou desempenho inferior no teste de flexão em três pontos, o que pode ser explicado pelo fato de poder haver falha entre as camadas, sob carga. A AEF mostrou que o CIV bicamada pode ser benéfico quando utilizado em uma cavidade ocluso-proximal, pois proporciona menor concentração de tensões na superfície oclusal do material.

Molina et al. (2013) testaram a hipótese nula de que não existe diferença nas resistências diametral à tração, compressão e flexão entre: (1) O sistema EQUIA (CIV encapsulado) e Fuji 9 Gold Label e Ketac Molar Easymix (CIVs convencionais manipulados manualmente); (2) The Chemfil Rock (CIV encapsulado) e Fuji 9 Gold Label e Ketac Molar Easymix; e (3) O sistema EQUIA e Chemfil Rock. Para tal,

amostras para teste de resistência à flexão (n=240) e tração diametral (n=80) foram preparadas de acordo com especificações padronizadas; a resistência à compressão (n=80) foi medida usando um modelo de dente de uma restauração ART classe II. Os testes ANOVA e Tukey B foram usados para testar diferenças significativas entre variáveis dependentes e independentes. Foi mostrado que o sistema EQUIA e o Chemfil Rock tiveram pontuações médias significativamente maiores para todas as três variáveis de força do que o Fuji 9 Gold Label e Ketac Molar Easymix ( $\alpha=0,05$ ). O sistema EQUIA apresentou escores médios significativamente maiores para resistência à tração e flexão diametral do que o Chemfil Rock ( $\alpha=0,05$ ). Concluiu-se que os dois CIVs de alta viscosidade encapsulados apresentaram, significativamente, maiores resistências à tração, à flexão e à compressão diametral do que os CIVs de alta viscosidade manipulados manualmente comumente usados.

Hesse et al. (2015) investigaram a taxa de retenção de um CIV de baixo custo aplicado como selante de tratamento restaurador atraumático em dois centros no Brasil, visto que marcas conhecidas de CIV possuem alto custo para serem utilizados na saúde pública, se mostrando pertinente tal pesquisa. Para tal, 437 escolares de 6 a 8 anos foram selecionados em duas cidades do Brasil. As crianças foram divididas aleatoriamente em 2 grupos, de acordo com o CIV testado aplicado nos primeiros molares permanentes. A taxa de retenção foi avaliada após 3, 6 e 12 meses, e foram realizados a análise de sobrevivência de Kaplan-Meier e o teste log-rank. As variáveis foram testadas quanto à associação com a longevidade do selante, por meio de análises de regressão logística ( $\alpha = 5\%$ ). A taxa de retenção dos selantes após 12 meses foi de 19,1%, tendo o CIV de alto custo (Fuji IX) apresentado uma taxa de sobrevivência duas vezes maior do que a do CIV de baixo custo (Maxxion R). Uma diferença significativa também foi encontrada entre as cidades onde os tratamentos foram realizados, na qual Barueri apresentou maior sobrevivência do selante do que Recife. Em conclusão, a taxa de retenção de um selante de CIV de baixo custo foi consideravelmente inferior àquela observada para um CIV de alto custo.

Calvo et al. (2016) avaliaram a resistência de união ao microcissalhamento ( $\mu$ SBS), sorção de água e solubilidade de CIVs indicados para ART. Amostras cilíndricas (6x2,4mm) foram usadas para testar a sorção e solubilidade de cada CIV. Os corpos de prova foram pesados antes e após imersão em água e dessecação. Para o teste  $\mu$ SBS, 60 molares decíduos foram retificados para obter superfícies planas de esmalte e dentina. Os dentes foram então atribuídos aos grupos de CIVs



testados (n=10): Fuji IX (FIX), Ketac Molar (KM) e Maxxion R (MX). As superfícies expostas foram pré-tratadas com líquido CIV. Tubos de polietileno foram posicionados na superfície condicionada e preenchidos com um dos CIV. Após 24h, os corpos de prova foram submetidos ao teste  $\mu$ SBS. O modo de falha foi avaliado usando um estereomicroscópio (ampliação de 400x). A relação pó/líquido e o custo do material também foram determinados. Os dados foram analisados por ANOVA e teste post hoc de Tukey. A regressão linear foi utilizada para determinar a relação entre o custo e as demais variáveis. No geral, MX apresentou valores de  $\mu$ SBS inferiores ao FIX e KM, bem como, maior sorção e solubilidade. As análises de regressão mostraram uma correlação significativa e positiva entre custo e  $\mu$ SBS em esmalte e dentina; e, correlação negativa entre custo e sorção de água e solubilidade. Em conclusão, os materiais indicados para ART apresentaram propriedades físicas e mecânicas distintas. Materiais de baixo custo puderam interferir nas propriedades desejadas para o CIV indicado para a técnica ART.

Carvalho et al. (2017) avaliaram se a alteração na proporção pó/líquido de cimento de ionômero de vidro nacional indicado para ART (Vitro Molar), proporciona melhorias na resistência à flexão comparando-o ao cimento importado, Fuji IX, considerado atualmente o padrão ouro no mercado. Foram confeccionados 30 corpos de prova, divididos igualmente entre três grupos: G1 = Vitro Molar, manipulado conforme orientação do fabricante com proporção pó/líquido (1/1); G2 = Vitro Molar com proporção pó/líquido aumentada em 50% (1,5/1) e G3 = Fuji IX, manipulado conforme orientação do fabricante. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio mecânico de resistência à flexão de três pontos. Uma força foi aplicada no centro até a ruptura dos corpos de prova. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, com nível de significância de 95%. Os resultados médios obtidos para força máxima, em MPa, foram: G1: 3,57; G2: 4,54 e G3: 6,32. Houve diferença estatística entre os grupos G1 e G3 e o grupo G2 apresentou semelhança estatística quando comparado aos demais grupos. Concluiu-se que o Vitro Molar com proporção pó/líquido alterada não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado aos demais grupos. O cimento Fuji IX apresentou valor estatisticamente maior de resistência à flexão que o cimento Vitro Molar manipulado na proporção recomendada pelo fabricante.

Freitas et al (2018) avaliaram, através de um ensaio clínico randomizado prospectivo de boca-dividida, o desempenho clínico do CIV convencional (CIV Riva

Self-Cure, SDI) fornecido em cápsulas ou em kits pó/líquido para restaurar cavidades Classe I em molares permanentes, abordando o Tratamento Restaurador Atraumático. Um total de 80 restaurações foram realizadas aleatoriamente em 40 pacientes com idades entre 11 e 15 anos. Cada paciente recebeu uma restauração com cada tipo de CIV, pelo método de boca dividida. As restaurações foram avaliadas após períodos de 15 dias (*baseline*), 6 meses e 1 ano, de acordo com os critérios da ART. Teste de Wilcoxon, regressão logística multivariada e testes de Gehan-Wilcoxon foram usados para análise estatística. Os pacientes foram avaliados após 15 dias (n=40), 6 meses (n=34) e 1 ano (n=29). CIVs encapsulados mostraram desempenho clínico significativamente superior em comparação aos CIVs manipulados manualmente aos 15 dias, 6 meses e 1 ano. Para o CIV manipulado manualmente, uma diferença estatisticamente significativa foi observada apenas no período de 15 dias até 1 ano, enquanto que o CIV encapsulado apresentou diferenças estatisticamente significativas para os seguintes períodos: 6 meses a 1 ano e 15 dias a 1 ano. O CIV encapsulado apresentou taxa de sobrevida cumulativa superior ao CIV manipulado manualmente em 1 ano. No entanto, ambos os CIVs exibiram diminuição da sobrevida ao longo do tempo. Concluiu-se que o CIV encapsulado promoveu melhor desempenho para o ART, com taxa de falha anual de 24%. Em contraste, o CIV manipulado manualmente demonstrou 42% de falhas.

Faustino-Silva et al. (2019) avaliaram a eficácia do tratamento restaurador atraumático realizado há 4 anos em bebês que sofrem de cárie precoce da infância (CPI) e compararam o desempenho clínico de restaurações atraumáticas realizadas com dois CIVs de alta viscosidade diferentes. Foi realizado um acompanhamento longitudinal de um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, tipo boca dividida. A amostra inicial foi composta por 100 molares decíduos com lesões oclusais em 25 crianças com idades entre 18 e 36 meses que receberam ART com dois CIVs diferentes: Ketac Molar Easymix (3M ESPE) e Vitro Molar (DFL). As avaliações clínicas foram realizadas por um examinador calibrado e cego em 1, 2 e 4 anos (critérios ART e USPHS). Para a análise do desempenho clínico dos ARTs entre os diferentes CIVs, foram aplicados os testes qui-quadrado e Mann-Whitney. Nos 4 anos de avaliação, a amostra foi composta por 76 ARTs e 19 crianças, sendo que 94,7% dos tratamentos inativaram o processo cavitário. A porcentagem total de sucesso dos ARTs foi de 94%, 87,5% e 82,9%, em 1, 2 e 4 anos, respectivamente. Além disso, entre os CIVs estudados, essa diferença não foi estatisticamente significativa. Em

conclusão, o ART foi eficaz no manuseio da CPI, com excelente desempenho clínico das restaurações, para ambos os CIVs, durante os 4 anos de acompanhamento.

Kumari et al. (2019) revisaram sobre a liberação de flúor e capacidade de absorção de alguns materiais restauradores que são usados para procedimentos minimamente invasivos, como o cimento ionômero de vidro, o CIV modificado por resina e compômeros. A pesquisa bibliográfica foi realizada usando os bancos de dados da biblioteca PubMed, Trip e Cochrane. Os termos de pesquisa utilizados foram “fluoride”, “restorative materials”, “atraumatic restorative treatment” ou “ART”, “glass ionomer” ou “GIC”, “resin modified glass ionomer cement” ou “RMGIC”. Os artigos incluídos eram de 2000 a 2015. Concluiu-se que a liberação de flúor varia com o tipo de material restaurador, suas matrizes, mecanismos de fixação, conteúdo de flúor, natureza do flúor incorporado em materiais à base de resina, meio em que é armazenado e como é armazenado. A absorção de flúor dependerá do cimento e do tipo de flúor disponível, incluindo a capacidade de liberação de flúor do material.

Mobarak et al. (2019) verificaram se o uso de CIV de alta viscosidade com clorexidina (CIV-AV/CHX) para as cavidades preparadas para o ART poderia alcançar uma maior porcentagem de sobrevivência da restauração e ser mais eficaz na prevenção de lesões de cárie dentinária adjacentes à restauração do que o uso de CIV-AV sem CHX. O estudo seguiu um modelo clínico controlado randomizado, quádruplo-cego, de boca dividida e durou 2 anos. Foram incluídos pacientes com pelo menos duas cavidades oclusais de pequeno a médio porte. As cavidades oclusais foram preparadas de acordo com o método ART e restauradas com CIV-AV/CHX (teste) e CIV-AV (controle). Uma réplica de todas as restaurações disponíveis e fotografias digitais foram realizadas no *baseline* e após 0,5, 1, 1,5 e 2 anos, sendo avaliadas por 2 examinadores, aplicando-se os critérios de avaliação de restauração ART e Federation Dentaire International (FDI). As curvas de sobrevida foram construídas pelo método de Kaplan-Meier e o teste de log-rank foi usado para testar a significância entre as porcentagens de sobrevida. Participaram 100 sujeitos com idade média de 14,4 anos. De acordo com os critérios de avaliação de restauração de ART, as porcentagens de sobrevida em 2 anos de ART/CIV-AV/CHX (96,8%) e ART/CIV-AV (94,8%) não diferiram significativamente e nenhuma diferença significativa foi encontrada entre o teste (97,9%) e grupos controle (96,9%), de acordo com os critérios de avaliação de restauração FDI. Oito e cinco restaurações oclusais falharam, de acordo com os critérios de restauração ART e FDI, respectivamente. Não

foram observadas lesões de cárie dentinária ao longo da margem da restauração e a sobrevida de 2 anos das restaurações ART em ambos os grupos foi alta. O desenvolvimento de lesões cariosas de dentina adjacentes à restauração não foi observado em nenhum dos grupos de tratamento. Não há evidências para modificar o CIV-AV pela incorporação de clorexidina para prevenir o desenvolvimento de lesões cariosas em dentina ou para melhorar a sobrevivência de restaurações ART em superfícies oclusais em dentes permanentes. CIV-AV sem clorexidina pode ser usado com sucesso para restaurar cavidades oclusais preparadas para ART em dentes permanentes.

D'Costa et al. (2020) compararam a longevidade de CIV de alta resistência e CIV reforçado com metal na técnica restauradora atraumática aplicada em indivíduos em ambientes rurais, dentro de um período de observação de 18 meses. Um estudo controlado randomizado de desenho paralelo não-cego foi conduzido entre crianças que participaram de programas de extensão odontológica em uma área rural do sul da Índia. O ART foi realizado em 92 dentes permanentes posteriores com CIV de alta resistência (GC Gold Label 9) ou restaurações de CIV reforçado com metal (GC Miracle Mix). A proporção empregada foi de 1:1. As restaurações foram avaliadas em 1, 6, 12 e 18 meses após o procedimento clínico. A taxa de sucesso das restaurações de CIV reforçado com metal foi de 100%, 95,4%, 90,4% e 87,2% em comparação com o CIV de alta resistência, cujas taxas de sucesso foram 100%, 93%, 85% e 61,8% nos 4 períodos de acompanhamento, respectivamente. Houve uma diferença estatisticamente significativa entre a taxa de sucesso dos dois materiais ao final de 18 meses, com as restaurações de CIV reforçado com metal apresentando maior taxa de sucesso. Concluiu-se que, embora o desempenho clínico de ambos os materiais tenha sido bastante semelhante, as restaurações de CIV reforçado com metal tiveram uma taxa de sucesso maior do que o CIV de alta resistência, ao final de 18 meses de acompanhamento.

Olegário et al. (2020) avaliaram a taxa de sobrevida de 2 anos e o custo-benefício do ART, utilizando-se 3 diferentes CIVs para restaurar lesões de cárie oclusal em molares decíduos. Foram incluídas ao estudo 150 crianças, de 4 a 8 anos, alocadas aleatoriamente e tratadas em mesas escolares, de acordo com o material restaurador: Fuji IX Gold Label (GC Corp), Vitro Molar (nova DFL) e Maxxion R (FGM), as duas últimas sendo marcas consideradas como de baixo custo. Os custos de materiais e profissionais foram considerados para analisar o custo total do *baseline* e,

a partir disso, foi calculado o custo acumulado de cada tratamento. As avaliações foram realizadas após 2, 6, 12 e 24 meses por um examinador calibrado independente. A sobrevida da restauração foi estimada usando a análise de sobrevida de Kaplan-Meier e a regressão de Cox foi usada para testar a associação com fatores clínicos. A regressão *bootstrap* (1.000 repetições) comparou o custo do material ao longo do tempo e a simulação de Monte-Carlo foi usada para construir gráficos de dispersão de custo-benefício. A taxa de sobrevivência global das restaurações oclusais ART após 2 anos foi de 53% (Fuji IX = 72,7%; Vitro Molar = 46,5%; Maxxion R = 39,6%). As restaurações realizadas com Vitro Molar e Maxxion R foram mais propensas a falhar quando comparadas ao Fuji IX. No *baseline*, Fuji IX foi a opção mais cara, porém, considerando a simulação do custo acumulado causado por falhas até a avaliação de 2 anos, não foi encontrada diferença entre os grupos. Concluiu-se que, após 2 anos de acompanhamento, as restaurações realizadas com Fuji IX mostraram-se superiores em termos de sobrevida, com custo global semelhante, quando comparadas aos CIVs de baixo custo (Vitro Molar e Maxxion R).

Menezes-Silva et al. (2021) compararam a eficácia de restaurações ART com CIV de alta viscosidade com restaurações convencionais em resina composta para cavidades Classe II de dentes permanentes, ao longo de 2 anos de acompanhamento. Foram confeccionadas 77 restaurações com cada material restaurador, Equia Fil-GC Corporation (restauração ART) e Z350-3M ESPE (restauração convencional), em 54 participantes deste ensaio clínico randomizado. As restaurações foram avaliadas em 6 meses, 1 e 2 anos usando os critérios de avaliação de restaurações ART e os critérios modificados do USPHS. O teste qui-quadrado e a análise de sobrevivência foram aplicados para análise estatística. As taxas de sucesso para restaurações ART foram de 98,7% (6 meses) e 95,8% (1 ano) para ambos os critérios. Em 2 anos, a taxa de sucesso foi de 92% e 90,3% quando pontuada pelos critérios modificados USPHS e ART, respectivamente. As taxas de sucesso para restaurações convencionais foram de 100% (6 meses), 98,7% (1 ano) e 91,5% (2 anos) para ambos os critérios de avaliação. As restaurações ART apresentaram menor sobrevida pelo critério ART (83,7%) quando comparado ao critério USPHS modificado (87,8%), após 2 anos. A sobrevida das restaurações convencionais foi de 90,7% para ambos os critérios de avaliação. Em conclusão, na avaliação de acompanhamento de 2 anos, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre a taxa de sucesso das

restaurações ART com CIV-AV comparadas às restaurações convencionais com resina composta em cavidades Classe II de dentes permanentes.

Ferreira et al. (2022) compararam os custos das alternativas disponíveis de CIVs utilizados na técnica do ART em crianças com lesões de cárie em dentes posteriores. Para isso, foi realizado um estudo econômico completo do tipo custo-minimização, com a perspectiva da análise pelo Sistema Único de Saúde com um horizonte temporal de 12 meses. Os dados clínicos foram coletados e sintetizados através de uma revisão bibliográfica em base de dados conceituadas da literatura. Para a mensuração dos custos, utilizou-se a técnica de micro custeio e foi realizada uma média de preços de diferentes distribuidoras de produtos odontológicos. Foram incluídos 7 estudos e a taxa de sucesso das restaurações usando Ketac Molar, GC Gold, Vitro Molar e Maxxion R ficaram em 79%, 65%, 72% e 59% respectivamente. Ketac Molar e GC Gold apresentam custo maiores por restauração (R\$10,64 e R\$9,47) em relação ao Vitro Molar e Maxxion R (R\$5,52 e R\$4,73). Concluiu-se que os CIVs de baixo custo apresentam desempenho semelhante aos de alto custo, num período de 12 meses no contexto do ART, podendo ser uma alternativa mais econômica para o tratamento de lesões cariosas em crianças.

## 4 DISCUSSÃO

Os cimentos de ionômero de vidro são materiais que consistem em partículas inorgânicas de vidro dispersas em uma matriz insolúvel e hidrogel. Especula-se que a alteração de tais partículas, especialmente no que diz respeito à proporção pó/líquido quando na aglutinação do material, possa alterar suas propriedades mecânicas. Um exemplo disso foi a formulação dos CIVs de alta viscosidade, os quais apresentam partículas do pó em menores dimensões, quando comparado ao CIV restaurador tradicional, tornando-o mais denso e facilitando o manuseio e a inserção do material à cavidade preparada (CARVALHO et al., 2017; FOOK et al., 2008; PEREIRA et al., 2002). Tal ideia é corroborada por Prentice et al. (2005), os quais demonstraram que uma proporção aumentada de partículas pequenas de vidro proporciona maior resistência contra forças mecânicas ao cimento.

Quanto à alteração na proporção pó-líquido, diversos estudos vêm investigando se tal modificação levaria, realmente, à alteração das propriedades do material. A resistência à compressão é um fator que tem sido usado como indicador da capacidade de um material resistir às forças oclusais mastigatórias (EWOLDSEN et al., 1997; MOLINA et al., 2013). Um estudo *in vitro* realizado por Crisp et al. (1976), revelou aumento da resistência à compressão progressivamente, de acordo com o aumento da relação pó/líquido. Por outro lado, Ewoldsen et al. (1997) mostraram resultados contrários ao apresentar ausência de diferenças na resistência à compressão de CIV modificado por resina após manipulação sob diversas proporções. No entanto, tal resultado, ocasionalmente, pode ter surgido perante ao pouco aumento na relação de pó da mistura ou mesmo pela presença de monômeros resinosos em sua composição.

A pesquisa realizada por Bonifácio et al. (2013b) mostrou que restaurações realizadas com CIV em dupla camada, contendo uma porção de material menos viscoso, com apenas 50% da relação de pó, e outra com a proporção ideal recomendada pelo seu fabricante, apresentam resistência à flexão inferior, apesar da maior dissipação de tensões de carga em cavidades ocluso-proximais. Este achado está de acordo com a hipótese de que as propriedades mecânicas do CIV podem melhorar conforme se aumenta a proporção pó-líquido, sendo corroborado por Carvalho et al. (2017), os quais revelaram resultados favoráveis para a resistência à flexão em amostras de CIV manipuladas em proporção de pó 50% aumentada. Da

mesma forma, Cefaly et al. (2003) observaram efeitos positivos à resistência do CIV manipulado com maior proporção pó-líquido, principalmente em relação à tração, assim como, Ewoldsen et al. (1997) e Pereira et al. (2002), os quais revelaram aumento da resistência à tração diametral e à compressão e à tração em seus estudos, respectivamente.

Outro ponto importante no que diz respeito às propriedades mecânicas é o tipo de CIV empregado, já que CIVs convencionais, de alta viscosidade ou modificados por resina podem se comportar de formas variadas, assim como, sua forma apresentação: pó e líquido para manipulação manual ou encapsulado para manipulação mecânica. Yamazaki et al. (2006) relataram não haver diferença significativa no comportamento viscoelástico entre CIVs convencionais e modificados por resina, hipotetizando que o componente fotopolimerizável não alterou a propriedade dos CIVs híbridos. Já em relação à apresentação do cimento, Molina et al. (2013) relataram que CIVs encapsulados obtiveram propriedades mecânicas superiores aos manuais. Os autores sugerem que tal resultado se deva à presença de componentes nanoparticulados na composição daqueles CIVs. Além disso, os autores consideram a possível interferência de fatores externos aos cimentos manipulados manualmente, como proporção pó-líquido e precisão do operador na manipulação e inserção do cimento às cavidades.

Outro ponto significativo a ser avaliado é a resistência à fratura. Uma das desvantagens do CIV é sua baixa tenacidade à fratura, principalmente quando usado em grandes cavidades. No entanto, os CIVs apresentam frequentemente um padrão de falha coesiva, sendo considerada favorável ao reparo e manutenção da integridade dentária (KOENRAADS et al., 2009).

Eventos de sorção e solubilidade fortemente característicos nos CIVs podem contribuir para prejudicar a longevidade das restaurações permanentes. A água é importante na composição do CIV. Sua perda dificulta a ligação iônica, podendo resultar na formação de trincas nas restaurações (CALVO et al., 2016). Neste sentido, a alteração da proporção pó/líquido se faz relevante, uma vez que modifica a quantidade de água presente na reação. Takahashi et al. (2006) testaram a hipótese de melhorar as propriedades antibacterianas, físicas e adesivas através da adição de clorexidina ao CIV. Entretanto, tal alteração na composição do material original acabou afetando negativamente suas propriedades mecânicas, contribuindo para reduzir a resistência de união do CIV à dentina, exceto quando empregada a



concentração de 1% de clorexidina. Especula-se que os sais da clorexidina possivelmente tenham dificultado a reação química do CIV, uma vez que moderadas a amplas modificações às proporções pó-líquido do CIV são capazes de afetar suas propriedades. Por outro lado, Cefaly et al. (2003) encontraram resultados diferentes associados a um CIV modificado por resina (CIV-MR) quando utilizada uma maior proporção de pó na sua manipulação. Esta alteração permitiu redução da sorção pelo CIV-MR, contribuindo para aprimoramento de suas propriedades. Tal resultado é corroborado pelo de Crisp et al. (1976), que obtiveram melhor rigidez, dureza e resistência à sorção e solubilidade em proporções aumentadas de pó do CIV em seus estudos. Esta divergência provavelmente se deve às características do pó incrementado à mistura. A adição de sal de clorexidina substituindo parcialmente o pó do CIV pode ter interferido negativamente, enquanto o aumento da proporção pó/líquido utilizando-se o próprio pó original do CIV se mostrou benéfico.

Por outro lado, em um estudo conduzido por Bonifácio et al. (2010), foi realizado o método restaurador com CIV em duas camadas distintas (bicamada), considerando-se uma camada com CIV sob viscosidade fluida e outra sob viscosidade regular. Seus resultados demonstraram uma melhor adaptação do cimento à cavidade, uma vez que a menor relação pó/líquido na viscosidade mais fluida proporciona maior disponibilidade de ácido poliacrílico e, conseqüentemente, maior molhabilidade e capacidade de adesão, o que pode contribuir para evitar microinfiltrações. Em relação à rugosidade superficial, segundo Momesso et al. (2010), CIVs de consistência mais fluida possuem menor rugosidade, a qual pode ser explicada pela maior porção de matriz gel. Além disso, esta propriedade também é afetada pela distribuição e morfologia das partículas inorgânicas do cimento. Tais fatores explicam os resultados encontrados em seu experimento, em que CIVs de alta viscosidade, os quais são menos fluidos e possuem maior proporção e dureza superficial, apresentaram um desgaste reduzido e preservaram sua rugosidade inicial. No que diz respeito à dureza do cimento, Zanata et al. (2011) verificaram a microdureza Knoop superficial (KHN) de um CIV empregado para restaurar dentes pela técnica ART clinicamente, após 10 anos de função no ambiente oral. Estes autores observaram que após 10 anos, os valores de microdureza foram semelhantes aos grupos controle após 180 dias. Entre as diferentes camadas do CIV, em profundidade, a microdureza também não foi alterada em função do tempo.

Uma importante característica do CIV é sua capacidade de liberação de flúor, o qual atua como protetor dos tecidos dentários, impedindo a desmineralização na região próxima ao material restaurador. Segundo Kumari et al. (2019), os CIVs convencionais têm um potencial de liberação lenta e uma taxa de fluxo constante dos íons flúor da amostra para o meio líquido, sendo que o ápice ocorre nas primeiras 24 horas durante o tempo de presa inicial e começa a diminuir após 24-48h, mantendo um nível razoavelmente constante dentro de 10 a 20 dias. A taxa de liberação depende de inúmeras variáveis, como o meio em que as amostras são armazenadas, área de superfície exposta ao meio, temperatura, pH do meio, proporção pó/líquido do material, método de mistura, matriz de resina, solubilidade e porosidade do material. A autora expôs, ainda, que muitos estudos relataram que o flúor liberado do CIV-MR foi inferior ao do CIV convencional, isso porque a cadeia polimérica presente no CIV-MR contribui para reduzir a adsorção de água pelo cimento. Além disso, os CIVs possuem alta capacidade de recarga de flúor, o qual é captado do meio bucal através de agentes fluoretados, como os dentifrícios e a água fluoretada. Posteriormente, o flúor é liberado novamente para o meio bucal, conseguindo atuar como uma bomba de fluxo de íons flúor constante. Um estudo realizado por Billington et al. (2007) testando três tipos de vidros, procurou determinar se as partículas não-reagentes seriam capazes de absorver íons de flúor do meio. Os resultados mostraram que a matriz tem um papel fundamental na recaptção do flúor, embora não seja a única responsável pelo fenômeno. As regiões das partículas de vidro desempenham uma parte significativa. Entretanto, os vidros não apresentaram a mesma relação entre o teor de flúor e a absorção de flúor, o que contrasta com os CIVs, nos quais quanto maior o teor de íons F, maior a absorção do componente. No que diz respeito aos agentes de recarga, Kumari et al. (2019) relataram uma maior quantidade de flúor re-liberado com dentifrícios (1000 ppm) em comparação ao enxaguante bucal (220 ppm). Isto pois, além da maior concentração de flúor dos cremes dentais, os mesmos possuem maior viscosidade, sendo mais resistentes à remoção das superfícies dentárias nos processos de lavagem com água realizados ao final do processo rotineiro de escovação. Dessa forma, maior quantidade de íons F permanecem presos aos poros dos CIVs, contribuindo para que haja maior liberação de flúor no primeiro dia após recarga.

Diversos estudos demonstraram os prós e contras da alteração da proporção pó/líquido dos CIVs. Muitas vantagens são relatadas, em especial no que diz respeito

à melhora das propriedades mecânicas do material. No entanto, tais resultados podem estar enviesados devido a diversos elementos, dentre os quais, as condições ideais obtidas em experimentos laboratoriais, o que nem sempre é compatível com a realidade clínica. Fatores intrínsecos, como condições de saúde bucal e sistêmica do paciente, e extrínsecos, como hábitos de higiene bucal e nocivos, bem como, condições sociais e sanitárias, são de extrema relevância e influenciam na resposta clínica a ser obtida. Neste sentido, principalmente na abordagem ART, em que as condições de campo operatório são muitas vezes aquém daquelas consideradas ideais, as propriedades biológicas e físicas, disponibilidade, custos, facilidade de uso, tolerância à variabilidade do operador, condições de armazenamento e prazo de validade dos materiais escolhidos devem ser considerados antes do uso (D’COSTA et al. 2020). Um exemplo, citado por Carvalho et al. (2017), é o teste de flexão, o qual é realizado laboratorialmente em condições controladas e, portanto, pode diferir das circunstâncias encontradas no meio oral. Dessa forma, torna-se pertinente a condução de estudos clínicos.

A partir deste fato, diversos autores buscaram realizar testes em ambiente clínico que pudessem, então, levar em consideração não só fatores bucais, mas também temporais, uma vez que o CIV está sujeito a mudanças de suas características mecânicas ao longo do tempo (CARVALHO et al., 2017). Em busca de um aprimoramento da taxa de sobrevida de restaurações realizadas com ART, Bonifácio et al. (2013a) investigaram clinicamente a utilização do método restaurador com CIV em bicamada, como já mencionado anteriormente por outros estudos aqui relatados, em um período de 18 meses. Seus achados, porém, confirmaram aqueles já encontrados pelos mesmos autores em seus estudos laboratoriais, melhor adaptação do cimento à cavidade, porém redução da resistência à fratura. Assim, concluíram que tal técnica não melhora a sobrevida da restauração com CIV. Da mesma forma, Mobarak et al. (2019), em um acompanhamento clínico de 2 anos, testaram a hipótese de que a adição de clorexidina à manipulação do CIV-AV poderia aprimorar a sobrevida do cimento e prevenir lesões de cárie. Os resultados, contudo, demonstraram que não houve diferença significativa entre o grupo testado e o controle, o que, quando correlacionado com o estudo laboratorial de Takahashi et al. (2006), o qual demonstrou redução das propriedades mecânicas e adesivas do CIV à cavidade ao testarem a mesma hipótese, acaba por contraindicar a adição da clorexidina.

Outros autores investigaram o desempenho clínico dos CIVs em comparação com outros materiais. Chen et al. (2012) realizaram um estudo com CIVs-AV com e sem energia adicional e carbômero de vidro, em busca de um maior efeito preventivo de cárie em selantes. Descobriram, no entanto, que a aplicação de energia não foi superior aos demais materiais e que os três materiais avaliados obtiveram sobrevida alta, semelhantes entre si.

Já D'Costa et al. (2020) compararam a longevidade dos CIVs de alta viscosidade com CIVs reforçados por metal (CIV-RM), em um período de 18 meses. Observaram uma maior taxa de sucesso no grupo dos CIVs-RM, apesar de ambos apresentarem desempenho clínico satisfatório. Portanto, concluíram que CIVs-RM seriam uma boa opção de materiais melhorados, uma vez que se apresentam como pó/líquido para manipulação manual, sendo facilmente utilizados em qualquer ambiente, diferentemente dos CIVs modificados por resina, os quais necessitam de dispositivo para fotopolimerização, limitando seu uso em certos locais, em especial no contexto da técnica ART. Por outro lado, Menezes-Silva et al. (2021) realizaram um estudo de 2 anos com CIVs de alta viscosidade (CIVs-AV) e resina composta, avaliando a efetividade de restaurações realizadas sob a técnica ART *versus* a técnica restauradora convencional. Os autores observaram resultados semelhantes entre as duas técnicas e materiais, apesar das limitações abordadas em relação ao ART e ao CIV-AV. Tal achado é corroborado por Freitas et al. (2018) que, através de um acompanhamento clínico de 1 ano, obteve uma menor taxa de falha com CIVs encapsulados em comparação com os manipulados manualmente. Dessa forma, ambos confirmam os testes laboratoriais já citados de Molina e colaboradores (2013). No entanto, apesar dos CIVs manuais demonstrarem características negativas que podem comprometer sua eficácia, como relação pó/líquido e manipulação inadequados, variações de temperatura e umidade (FREITAS et al., 2018), ainda assim, são recomendados na técnica ART, principalmente no que diz respeito aos custos. Os CIVs encapsulados, embora apresentem-se ideais para resultados mais satisfatórios, possuem um valor mais elevado do que os CIVs de alta viscosidade destinados à manipulação manual.

Os tratamentos odontológicos restauradores convencionais são considerados onerosos quando levamos em consideração os custos fixos que o englobam, o que muitas vezes inviabiliza o tratamento da população brasileira em larga escala. Nesse contexto, o tratamento restaurador atraumático é uma técnica

minimamente invasiva utilizada com o objetivo de levar cuidados restauradores a pessoas sem acesso a atendimento odontológico, geralmente aplicado em regiões menos favorecidas, oferecendo uma terapêutica resolutiva, de qualidade e acessível (FERREIRA et al., 2022). Diante disso, é necessária a utilização de materiais que se enquadrem financeiramente na situação em questão e, ao mesmo tempo, ofereçam qualidade no tratamento. Dentre os CIVs de alta viscosidade, os quais são recomendados na técnica ART, são encontradas diversas marcas com preços variados. A fim de demonstrar a eficácia destes materiais, foram realizados estudos que compararam as marcas existentes mais conhecidas entre si. Hesse et al. (2015) fizeram um acompanhamento de 1 ano em restaurações realizadas com Fuji IX (GC), uma empresa considerada referência no mercado (semelhante GC Gold 9, no Brasil), e Maxxion R (FGM), uma empresa brasileira de preço inferior, em duas cidades brasileiras. Foi encontrada uma taxa de retenção duas vezes maior para o CIV da empresa mais onerosa, após o tempo total de análise, além de uma diferença de resultados entre as cidades avaliadas, dentre os quais a cidade de Barueri (SP) apresentou maior sobrevida das restaurações do que Recife (PE). Hipotetizou-se que tais diferenças podem ter ocorrido pela maior relação pó/líquido do Fuji IX, considerando o fator empresas (marcas), assim como, diferenças climáticas e socioeconômicas entre as cidades avaliadas. Da mesma forma, Olegário et al. (2020) compararam três CIVs de empresas distintas, a fim de avaliar a sobrevida dos mesmos ao longo de 2 anos. Assim como Hesse et al. (2015), Olegário et al. (2020) observaram maior sobrevida das restaurações realizadas com o CIV padrão-ouro (Fuji IX – GC) quando comparado aos demais CIVs testados e provenientes de empresas que os fornecem por um custo inferior (Vitro Molar – DFL e Maxxion R – FGM). No entanto, consideraram no estudo a compensação monetária em relação à nova restauração que deveria ser realizada para substituir as falhas encontradas pelos CIVs mais baratos e, portanto, concluíram que o custo global se tornaria similar para ambos. Em contrapartida, uma análise clínica por Faustino-Silva et al. (2019) em bebês com cárie precoce na infância utilizando-se Ketac Molar Easymix – 3M (referência) e Vitro Molar – DFL, demonstrou que, após 4 anos, ambos apresentaram excelente desempenho clínico, com resultados semelhantes. Considerou-se que o programa de ART se mostrou eficaz para ambos os cimentos, pois 94,7% das crianças apresentavam cárie inativa ao final do estudo, caracterizando o controle do processo cariioso. Por fim, Ferreira et al. (2022) realizaram uma análise de custo-minimização

entre CIVs utilizados em ART considerando o contexto de saúde pública, através de uma revisão de diversos estudos em âmbito clínico. A maioria dos autores concordaram que não há diferença nas taxas de sobrevivência entre os diversos cimentos analisados, dos mais variados preços, dentre os quais, os já citados Fuji IX, Ketac Molar, Vitro Molar e Maxxion R. Percebeu-se que o custo do cimento mais barato em relação ao mais caro foi cerca de 13 vezes menor, incluindo custos de todos os materiais utilizados durante o atendimento. Dessa forma, cimentos como Maxxion R e Vitro Molar podem economizar, aproximadamente, metade do valor em relação ao Ketac Molar e Fuji IX. Tais resultados se mostram de grande relevância no contexto da saúde pública brasileira, uma vez que CIVs considerados consagrados no mercado possuem custo relativamente alto, tornando-se muitas vezes um entrave e restringindo o uso da técnica em populações desfavorecidas de baixa renda, seja na saúde pública ou privada (FERREIRA et al., 2022). Sabe-se, porém, que no ART não deve ser utilizado qualquer material, uma vez que a qualidade do CIV interfere em suas propriedades e longevidade, exigindo, portanto, uma análise minuciosa e cautelosa no momento de escolha do material a ser utilizado.

## 5 CONCLUSÃO

De forma geral, a manipulação de CIVs restauradores em maior proporção pó/líquido para aplicação no ART, tornando-os semelhantes aos CIVs de alta viscosidade, tem proporcionado aprimoramento das propriedades do material, tanto em ambiente laboratorial quanto clínico, apesar da influência de diversos fatores intrínsecos e extrínsecos ao ambiente oral não ter sido considerada na maioria dos estudos incluídos nesta revisão. Não há um consenso sobre qual CIV possui melhor desempenho clínico, considerando-se diferentes fabricantes, nem qual CIV poderia gerar um melhor custo-benefício para o ART. Portanto, deve-se analisar cuidadosamente qual CIV apresentaria melhor aplicabilidade e durabilidade em um contexto envolvendo comunidades de baixa renda, com pouco acesso a tratamentos odontológicos convencionais, assim como, os serviços de saúde pública.

## REFERÊNCIAS

- BILLINGTON, R. W.; PEARSON, G. J.; WILLIAMS, J. A. Uptake of fluoride ions by the glass component of glass ionomer cement. **J. Dent.**, v. 35, n. 5, p. 452-455, May 2007.
- BONIFÁCIO, C. C. et al. Flowable Glass Ionomer Cement as a Liner: Improving Marginal Adaptation of Atraumatic Restorative Treatment Restorations. **J. Dent. Child.**, v. 77, n. 1, p. 12-16, Jan-Apr. 2010.
- BONIFÁCIO, C. C. et al. Survival rate of approximal-ART restorations using a two-layer technique for glass ionomer insertion. **Clin. Oral Invest.**, v. 17, n. 7, p. 1745-1750, Sept. 2013a.
- BONIFÁCIO, C. C.; de JAGER, N.; KLEVERLAAN, C. J. Mechanical behaviour of a bi-layer glass ionomer. **Dent. Mater.**, v. 29, n. 10, p. 1020-1025, Oct. 2013b.
- CALVO, A. F. B. et al. Evaluation of the relationship between the cost and properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. **Braz. oral res.**, v. 30, n. 1, 2016.
- CARVALHO, A. G. L. et al. Resistência à flexão de cimentos de ionômero de vidro utilizados em tratamento restaurador atraumático com alteração na proporção pó/líquido. **Rev. Odontol. Bras. Central**, v. 26, n. 79, p. 57-61, set. 2017.
- CEFALY, D. F. G. et al. Diametral tensile strength and water sorption of glass-ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 11, n. 2, p. 96-101, June 2003.
- CHEN, X. et al. Caries-preventive effect of sealants produced with altered glass-ionomer materials, after 2 years. **Dent. Mater.**, v. 28, n. 5, p. 554-560, May 2012.
- CRISP, S.; LEWIS, B. G.; WILSON, A. D. Characterization of glass-ionomer cements: Effect of the powder:liquid ratio on the physical properties. **J. Dent.**, v. 4, n. 6, p. 287-290, Nov. 1976.
- D'COSTA, V. G.; SINGHAL, D. K.; ACHARYA, S. Efficacy of GC Gold Label 9 and GC Miracle Mix Restorations using Atraumatic Restorative Treatment (ART) in Rural Settings: A Randomized Controlled Trial. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, v. 44, n. 3, p. 148-153, 2020.
- EWOLDSEN, N.; COVEY, D.; LAVIN, M. The physical and adhesive properties of dental cements used for atraumatic restorative treatment. **Spec. Care Dentist.**, v. 17, n. 1, p. 19-24, Jan-Feb. 1997.
- FAUSTINO-SILVA, D. D.; FIGUEIREDO, M. C. Atraumatic restorative treatment – ART in early childhood caries in babies: 4 years of randomized clinical trial. **Clin. Oral Investig.**, v. 23, n. 10, p. 3721-3729, Oct. 2019.



FERREIRA, C.; SIMÕES, A. C. C. D. Análise do custo-minimização entre cimentos de ionômero de vidro no tratamento restaurador atraumático no contexto da saúde pública. **Rev. Fac. Odontol. Univ. Fed. Bahia**, v. 52, n. 1, p. 9-19, abr. 2022.

FOOK, A. C. B. M. et al. Materiais odontológicos: Cimentos de ionômero de vidro. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 3, p. 40-45, jan. 2008.

FREITAS, M. C. C. A. et al. Randomized clinical trial of encapsulated and hand-mixed glass-ionomer ART restorations: one-year follow-up. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 26, 2018.

HESSE, D. et al. Low-cost glass ionomer cement as ART sealant in permanent molars: a randomized clinical trial. **Pediatr. Dent.**, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2015.

KOENRAADS, H; VAN DER KROON, G; FRENCKEN, J. E. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. **Dent. Mater.**, v. 25, n. 4, p. 551-556, Apr. 2009.

KUMARI, P. D. et al. Factors influencing fluoride release in atraumatic restorative treatment (ART) materials: A review. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**, v. 9, n. 4, p. 315-320, Oct-Dec. 2019.

MENEZES-SILVA, R. et al. A prospective and randomized clinical trial evaluating the effectiveness of ART restorations with high-viscosity glass-ionomer cement versus conventional restorations with resin composite in Class II cavities of permanent teeth: two-year follow-up. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 29, Mar. 2021.

MOBARAK, E. H. et al. Survival of occlusal ART restorations using high-viscosity glass-ionomer with and without chlorhexidine: A 2-year split-mouth quadruple-blind randomized controlled clinical trial. **Journal of Advanced Research**, v. 17, p. 117-123, May 2019.

MOLINA, G. F. et al. Mechanical performance of encapsulated restorative glass-ionomer cements for use with Atraumatic Restorative Treatment (ART). **J. Appl. Oral Sci.**, v. 21, n. 3, p. 243-249, May-Jun. 2013.

MOMESSO, M. G. C. et al. "In vitro" surface roughness of different glass ionomer cements indicated for ART restorations. **Braz. J. Oral Sci.**, v. 9, n. 2, p. 77-80, Apr-Jun. 2010.

OLEGÁRIO, I. C. et al. Is it Worth using low-cost glass-ionomer cements for occlusal ART restorations in primary molars? 2-year survival and cost analysis of a Randomized clinical trial. **J. Dent.**, v. 101, p. 295-298, Aug. 2020.

PEREIRA, L. C. G. et al. Mechanical Properties and Bond Strength of Glass-ionomer Cements. **J. Adhes. Dent.**, v. 4, n. 1, p. 73-80, 2002.

PRENTICE, L. H.; TYAS, M. J.; BURROW, M. F. The effect of particle size distribution on an experimental glass-ionomer cement. **Dent. Mater.**, v. 21, n. 6, p. 505-510, Jun. 2005.

TAKAHASHI, Y. et al. Antibacterial effects and physical properties of glass-ionomer cements containing chlorhexidine for the ART approach. **Dent. Mater.**, v. 22, n. 7, p. 647-652, Jul. 2006.

YAMAZAKI, T. et al. Viscoelastic behavior and fracture toughness of six glass-ionomer cements. **J. Prosthet. Dent.**, v. 96, n. 4, p. 266-272, Oct. 2006.

ZANATA, R. L. et al. Microhardness and chemical analysis of high-viscous glass-ionomer cement after 10 years of clinical service as ART restorations. **J. Dent.**, v. 39, n. 12, p. 834-840, Dec. 2011.