

**Influence of silver alloy
addition in mechanical
properties of Glass Ionomer
Cements**

**| Influência da liga de prata nas
propriedades mecânicas de Cimentos
de Ionômeros de Vidro**

ABSTRACT | Introduction: *Glass ionomer cement (GIC) is largely used in controlling caries and in Atraumatic Restorative Technique. Objectives:* *To evaluate and compare the compressive strength (CS) and tensile strength (DTS) of conventional GICs, silver sintered GIC reinforced, and experimental silver compounds by weight mixing. Methods:* *Two different nylon matrices were used to make thirty-four cylinder shaped samples, 17 of which with 4mm diameter X 6mm height for CS test and 17 with 4mm diameter X 2mm height for DTS. Group G1 was composed with Maxxion R[®], G8 with Riva Silver[®] and G9 with Riva Self Cure[®]. Groups G2 to G7 were composed with Maxxion R[®]+Velvalloy[®] in different proportions of silver compound: G2-16.6%, G3-22.0%, G4-28.5%, G5-53.3%, G6- 60.4% e G7-69.3%. Specimens were immersed in water, stored at 37° C for 48 h and then subjected to mechanical testing in a Universal Testing Machine (EMIC-DL-2000) at a cross-rate speed of 1.0 mm/min. Data were statistically analyzed using ANOVA One-Way and Duncan Tests (p<5%). Results: for CS (MPa), G9 (125.42 ± 24.88) showed the highest mean value and G1 (74.06 ± 11.87) showed the lowest mean value among all groups (p<0.05); G2 and G3, G4 and G5, G6 and G7, G1 and G7, and G3 and G7 were not different to each other. For DTS, all groups were similar (p = 0.54). Conclusion: Addition of silver compound improves CS in conventional GICs, but does not influence the DTS.*

Keywords | *Glass Ionomer Cements; Dental Atraumatic Restorative Treatment; Mechanical Tests; Tensile Strength.*

RESUMO | Introdução: O Cimento de Ionômero de Vidro (CIV) é de grande aplicabilidade no controle da doença cárie e no Tratamento Restaurador Atraumático. **Objetivos:** Avaliar o efeito da adição de liga de prata na resistência à compressão (RC) e à tração diametral (RTD) de CIVs. **Métodos:** Utilizando duas diferentes matrizes de nylon, foram confeccionados 34 corpos de prova em forma de cilindro para cada grupo, sendo 17 com 4mm de diâmetro e 6mm de altura para o teste de RC e 17 com 4mm de diâmetro e 2mm de altura para RTD. O grupo G1 foi constituído de Maxxion R[®], o G8-Riva Silver[®] e G9-Riva Self Cure[®]. Os grupos G2 e G7 foram compostos de Maxxion R[®]+Velvalloy[®] em diferentes proporções do composto de prata: G2-16.6%, G3-22.0%, G4-28.5%, G5-53.3%, G6- 60.4% e G7-69.3%. Os corpos de prova foram submetidos aos testes mecânicos em máquina de ensaio universal (EMIC-DL-2000), a uma velocidade de 1,0mm/min. Os dados foram submetidos ao tratamento estatístico usando os testes ANOVA One-Way e Duncan (p<5%). **Resultados:** Para RC(MPa), o G9 (125,42 ± 24,88) apresentou maior valor médio, enquanto o G1 (74,06 ± 11,87) apresentou menor valor dentre todos os grupos (p<0,05). Para a RTD (MPa) não houve diferença entre os grupos (p=0,54). **Conclusão:** A resistência à compressão dos CIV's foi aumentada pela adição de compostos de prata, que aliado ao baixo custo desses materiais e a praticidade dessa mistura, podem beneficiar a longevidade das restaurações no Tratamento Restaurador Atraumático.

Palavras-chave | Cimentos de Ionômeros de vidro; Tratamento Dentário Restaurador Atraumático; Avaliação das Propriedades Mecânicas; Resistência à Tração.

¹Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória/ES, Brasil.

²Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo/ SP, Brasil.

INTRODUÇÃO |

O cimento de ionômero de vidro (CIV) é derivado da mistura aquosa do ácido polialcenóico com um componente de vidro, usualmente o flúor-aluminossilicato, que ao serem misturados provocam uma reação ácido-base, responsável pela sua presa. O CIV apresenta boa adesão ao esmalte e à dentina, ação antibacteriana aliada ao efeito anticariogênico pela liberação de íons de flúor, biocompatibilidade, baixa citotoxicidade e fácil manuseio¹.

Devido aos baixos valores de resistência mecânica, o CIV passou por modificações significativas ao longo do tempo, sendo a primeira em 1977, mediante a adição de limalha de prata ao pó. Este acréscimo conferiu resistência e radiopacidade ao CIV, então denominado “Mistura Milagrosa”^{2,3}. Todavia, sua resistência à abrasão e à flexão permaneceram baixas. Assim, uma nova fórmula foi proposta, denominada Cermet (Ceramic-metal), desenvolvida pelo processo de sinterização das partículas de metal às do vidro através da fusão destes componentes em alta temperatura¹. Mais recentemente, foram desenvolvidos os CIV’s de alta viscosidade, que apresentam partículas de pó menores e em maior quantidade, resultando em melhores propriedades físico-mecânicas deste material⁴.

Na década de 1980, foi proposto o Tratamento Restaurador Atraumático (TRA) como um método de inibição e controle do processo carioso, bem como de preservação dos dentes cariados. Utilizando o CIV como material restaurador, poderia ser aplicada a todas as faixas etárias de países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, paralelamente à adoção de medidas educativas e preventivas. Ao longo dos anos, esta técnica provou-se efetiva, com a utilização das diferentes formulações dos CIV’s, mas as taxas mais altas de sobrevivência estão, dentre outros fatores, relacionadas aos CIV’s de alta viscosidade⁷⁻¹⁰.

Considerando as condições econômicas do Brasil, a indústria nacional tem desenvolvido CIV’s de baixo custo, embora não sejam de alta viscosidade. Em um estudo clínico controlado randomizado, autores compararam a taxa de sobrevivência de três CIV’s, sendo dois de fabricação brasileira (Vitro Molar[®], DFL, Rio de Janeiro, BR e Maxxion R[®], FGM, Joinville, BR) e um mundialmente disponível (Gold Label 9, GC Corp. St Paul, MN, EUA). Os autores relatam que os CIV’s nacionais têm a vantagem de apresentar, respectivamente, 70% e 25% menor custo do que o de fabricação estrangeira. Entretanto, os CIV’s nacionais avaliados apresentaram as piores taxas de

sobrevivência, sendo que as fraturas foram a causa de falha mais frequente¹¹. Em um estudo laboratorial, foi comparada a resistência à compressão e à tração diametral de um CIV nacional (Maxxion R[®]) com um produto importado (Riva Silver[®] e Riva Self Cure[®]) e os autores relataram que o CIV nacional apresentou os piores valores de resistência à compressão e tração diametral, independentemente da técnica de inserção usada¹².

Atualmente, vários são os métodos descritos na literatura para aumentar a resistência mecânica de CIV’s, tais como adição de fibras de vidro, nanopartículas de zircônia e monômeros resinosos, além da adição de compostos de prata^{1,4}. Recentemente, em um estudo controlado randomizado, autores relataram que o CIV reforçado por composto de prata apresentou as maiores taxas de sucesso em restaurações posteriores realizadas em dentes permanentes de crianças, após um período de observação de 18 meses¹³. Esta modificação apresenta, ainda, a possibilidade de inibir o desenvolvimento do *S. Mutans* pela presença da prata na composição¹⁴.

Considerando a importância dos cimentos de ionômero de vidro na prevenção, controle e tratamento da cárie dentária de forma simplificada, inclusiva e abrangente, com um desempenho clínico satisfatório, o presente estudo se propôs avaliar o efeito da adição de um composto de prata na resistência à compressão e à tração diametral de um cimento de ionômero de vidro restaurador de baixo custo, de fabricação nacional, comparado com outros cimentos de ionômero de vidro.

MÉTODOS |

Foram utilizados um CIV de alta viscosidade (Riva Self Cure[®] - SDI Brasil Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, SP, Brasil. Lote 110904), um CIV modificado por composto de prata (Riva Silver[®] - SDI Brasil Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, SP, Brasil. Lote 2020232) e um CIV convencional (Maxxion R[®] - FGM Produtos Odontológicos Ltda. Joinville, SC, Brasil. Lote 150812) que foi modificado pela mistura com composto de prata (Velvalloy[®] - SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Utilizando duas matrizes de nylon de tamanhos específicos, foram confeccionados, para cada grupo, 34 corpos de prova em forma de cilindro, sendo 17, com 4mm de diâmetro e 6mm de altura, para a avaliação

da RC e 17, com 4mm de diâmetro e 2mm de altura, para a avaliação da RTD, totalizando 306 corpos de prova, divididos em 9 grupos descritos na Tabela 1, de acordo com a especificação nº 66 ANSI/ADA e ISO nº 7489:1986 (ISO 9917:1991).

Para os grupos de CIV modificado com mistura de composto de prata com diferentes percentuais, foi utilizado o dosador do fabricante do CIV (Maxxion R[®]) para quantificação do pó, e uma balança de precisão para quantificação do composto de prata (Velvalloy[®]). Cada medida de pó do CIV correspondeu a 0,104 g, e cada dosador de composto de prata correspondeu a 0,476 g. Para cada medida de pó de CIV do dosador acrescida do composto de prata foi adicionado uma medida constante de uma gota do líquido do CIV, conforme preconizado pelo fabricante. Para os grupos G1, G8 e G9 a mistura do pó e do líquido dos respectivos materiais foram obtidas conforme orientação dos fabricantes.

A mistura do pó ao líquido foi feita em bloco de papel fornecido pelo fabricante, com auxílio de uma espátula de plástico (Jon, São Paulo, SP, Brasil). Na sequência, foi inserida em uma matriz de nylon com o auxílio de uma espátula nº1 (SSWhite Artigos dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e mantida por 8 min sob proteção de placa de vidro. Após este tempo, os corpos de prova foram retirados da matriz e protegidos por vaselina líquida, sendo então imersos em água deionizada e estocados por 48h em estufa a 37°C (Microp. de Cultura e Bacteriologia, modelo 031614, Quimis Aparelhos Científicos Ltda. Diadema, SP, Brasil).

Os espécimes foram colocados em posição vertical na base fixa da máquina de teste universal (Emic DL 2000, São José

dos Pinhais, Brasil), com uma velocidade de deslocamento de 1,0 mm/min. A RC foi calculada pela fórmula: $P/\pi r^2$. Onde P corresponde à carga aplicada, “r” ao raio do cilindro e π à constante. Os valores de RC [Kgf/cm²] foram convertidos em megapascal (MPa) de acordo com a seguinte fórmula: $RC [MPa] = RC [Kgf/cm^2] \times 0,09807$. A RTD foi calculada pela fórmula $2P/\pi DT$, onde: P corresponde à carga aplicada, D ao diâmetro do cilindro, T o comprimento do cilindro. Os valores de resistência à tração diametral (Kgf/cm²) foram convertidos em MPa de acordo com a seguinte fórmula: $RTD(MPa) = RTD(Kgf/cm^2) \times 0,0980$.

Os dados foram submetidos ao Teste de ANOVA *One-Way* e Teste de Duncan no *IBM SPSS Statistics 20 for Windows* adotando um nível de significância de 5%.

RESULTADOS |

A Tabela 2 apresenta os resultados descritivos, os resultados do teste ANOVA *One-Way* e os subgrupos formados pelo teste Duncan. O subgrupo (a) do teste Duncan exibiu as menores médias, os subgrupos (b), (c), (d) exibiram as médias intermediárias e o subgrupo (e) exibiu as maiores médias.

O G9 apresentou os maiores valores médios de resistência à compressão (MPa) ($125,42 \pm 25,06$) com diferença estatisticamente significativa em relação a todos os grupos. O G1 exibiu a menor média de resistência à compressão ($74,06 \pm 11,87$) diferindo de G2, G3, G5, G6, G7, G8 e G9. Os grupos G7 e G6, G5 e G2, G3 e G4, G1 e G4, G6 e G4 e G6 e G8 não apresentaram diferenças estatísticas entre si com relação a resistência à compressão.

Tabela 1 - Descrição dos grupos conforme sua composição e valores por peso (PP)

GRUPO	N	MATERIAIS	VALOR%PP VELVALLOY [®]
G1	34	Maxxion R [®] pó/líquido	00,0
G2	34	Maxxion R [®]	16,6
G3	34	Maxxion R [®]	22,0
G4	34	Maxxion R [®]	28,5
G5	34	Maxxion R [®]	53,3
G6	34	Maxxion R [®]	60,4
G7	34	Maxxion R [®]	69,6
G8	34	Riva Silver [®] pó/líquido	dados não expostos p/ fabricante
G9	34	Riva Self Cure [®]	00,0

Fonte: Os autores.

Tabela 2 - Análise Descritiva, ANOVA One-Way e teste Duncan para Resistência à compressão em MegaPascal (MPa) dos grupos avaliados

	Grupos	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão	Mínimo	Máximo	Anova	Duncan*
								P valor	
RC (MPa)	G1	17	74,06	11,87	2,88	59,1	95,8	0,00	a
	G2	17	86,67	9,86	2,39	71,4	103,8		b
	G3	17	84,60	8,89	2,15	71,9	103		b
	G4	17	79,63	6,98	1,69	70,4	95		a,b
	G5	17	84,12	13,52	3,28	58,2	114,6		b
	G6	17	100,94	8,15	1,97	86,9	115,6		c,d
	G7	17	96,15	9,96	2,41	72,1	111,3		c
	G8	17	106,88	11,27	2,73	84,3	129,6		d
	G9	17	125,42	24,88	6,03	76,8	155,9		e
	Total	153	93,16	19,55	1,58	58,2	155,9		

*Letras diferentes denotam médias diferentes entre os grupos. Fonte: Os autores.

O Maxxion R® (G1) apresentou os menores valores de resistência à compressão e estatisticamente iguais aos do G4 com percentual de composto de prata (CP) de 28,5%, mas com diferença estatisticamente significativa em comparação aos demais grupos. O G2 foi estatisticamente igual ao G3, G4 e G5, e estes grupos foram estatisticamente menores do que G6 e G7. O G8 e G9 foram os grupos que apresentaram valores de RC estatisticamente maiores do que todos os outros, sendo que o G9 foi estatisticamente maior do que o G8. O aumento dos valores de resistência à compressão apresentou proporção direta de aumento do

percentual de CP adicionado. A adição de percentuais até 53,3% proporcionou um aumento da RC sendo que G2 (CP=16,6%) e G3(CP=22,0%) foram estatisticamente maiores do que G1 (CP=0) e iguais ao G4 (GP=28,5%) mas também foram menores do que adições dos G6 (CP=60,4%) e G7 (GP=69,3%).

Quanto à RTD não se observou qualquer diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise Descritiva, ANOVA One-Way para Tração Diametral em MegaPascal (MPa)

	Grupo	n	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Mínimo	Máximo	Anova
								p valor
RTD (MPa)	1	17	10,66	1,64	0,39	8	14,5	0,53
	2	17	12,11	1,79	0,43	8,3	14,7	
	3	17	11,15	1,53	0,37	8,5	14,4	
	4	17	11,37	1,81	0,44	9,1	14,7	
	5	17	10,77	1,74	0,42	8,2	13,8	
	6	17	11,68	1,80	0,43	8,8	15,9	
	7	17	11,36	1,86	0,45	8,4	14,3	
	8	17	11,54	2,06	0,50	8,2	16,2	
	9	17	11,51	3,03	0,73	8	17,1	
	Total	153	11,35	1,95	0,15	8	17,1	

Fonte: Os autores.

DISCUSSÃO |

O presente estudo mostrou que a adição do composto de prata Velvalloy® ao CIV Maxxion R® foi capaz de melhorar a resistência à compressão sem prejudicar a resistência à tração diametral.

Em estudos sobre a “Mistura Milagrosa”, desenvolvida na década de 80, foram utilizados CIV’s convencionais, que apresentaram propriedades mecânicas com valores inferiores aos CIV’s de alta viscosidade^{2,3}. O surgimento dos CIV’s de alta viscosidade, a exemplo do Riva Self Cure®, que apresenta melhora nas propriedades mecânicas comparado aos CIV’s convencionais, ganhou novas formulações, dentre elas os CIV’s reforçados por metais, como o Riva Silver®, utilizados na técnica do TRA^{1,6,7}. O Maxxion R® foi escolhido por ser facilmente encontrado no mercado nacional, com custo médio 75% inferior ao das marcas disponíveis mundialmente e, por isso, indicado para a técnica TRA no Brasil. Por outro lado, devido a sua proporção pó/líquido ser inferior ou igual a 3.6:1, não pode ser considerado um CIV de alta viscosidade. Em estudo clínico de avaliação longitudinal, foi constatada uma pior sobrevivência de um CIV convencional quando comparado a um CIV de alta viscosidade¹¹. Ainda, em outro estudo clínico, um CIV modificado por composto de prata apresentou melhores resultados de sobrevivência após 18 meses do que um CIV de alta viscosidade¹³. Isto sugere que melhorias na resistência do Maxxion R® à compressão e à tração diametral podem representar melhores resultados em estudos clínicos futuros desse material na técnica da TRA. Considerando o baixo custo do processo, foi proposto adicionar um composto de prata à sua formulação, com o objetivo de melhorar suas propriedades mecânicas e, consequentemente, a sua efetividade no TRA.

De acordo com a Tabela 2 o maior valor médio de RC foi encontrado para o grupo Riva Self Cure® (G9), enquanto o menor valor médio de RC foi encontrado para o grupo Maxxion R® (G1). Parece apropriado inferir que o maior e o menor valor médio para RC foram para os grupos sem adição de compostos de prata. Uma possível explicação para a diferença entre os dois CIV’s está na concepção de ambos, pois o Riva Self Cure® é de alta viscosidade, o que se traduz em diferenças na composição, tamanho, tratamento e distribuição das partículas na matriz, além da tecnologia de tratamento das partículas de vidro denominada *Ionglas*™ do fabricante do Riva Self Cure®¹². Ainda mais, embora o fabricante do Maxxion R® não forneça detalhes sobre a composição do seu produto, ao ser analisada a proporção

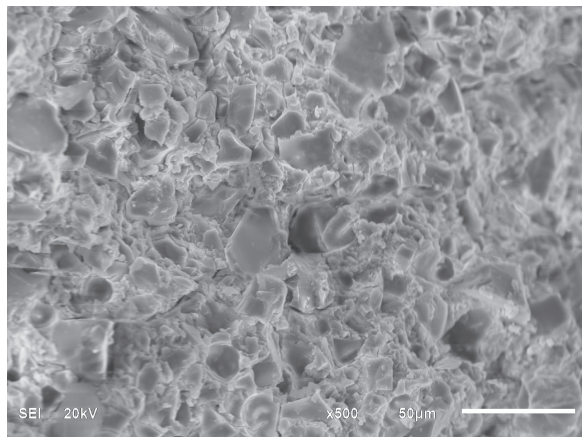
de mistura, pôde-se observar que este não é um CIV de alta viscosidade, o que por si só já explicaria a diferença de resistência entre os materiais.

Por outro lado, os valores médios de RC dos grupos de Maxxion R® nos quais foram adicionadas diferentes quantidades de compostos de prata foram iguais (G4) ou maiores (G2, G3, G5, G6, G7) do que os valores médios do Maxxion R® (G1) puro, mas inferiores ao Riva Silver® (G8) e Riva Self Cure® (G9). O grupo 6 (60,4% pp), que corresponde a aproximadamente 25% em volume de compostos de prata, mostrou os maiores valores dentre aquelas misturas que continham o composto de prata (Tabela 2). Estes resultados são contrários aos de estudos prévios, que sugerem que quanto maior a quantidade de compostos de prata na mistura (acima de 20%), menor é a RC por fragilidade da matriz, por não ocorrer uma união adequada entre as partículas de vidro e a matriz no processo de presa^{17,18}. Todavia, há um CIV convencional contendo compostos de prata, comercialmente disponível como Miracle Mix®, que possui em sua composição 53% de composto de prata de partículas esféricas, o que está próximo ao percentual do grupo 6 do presente estudo.

Nas Figuras 1 e 2 estão ilustradas as fotomicrografias de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de superfícies fraturadas de espécimes do grupo 1, que apresentou os menores valores de RC, e do grupo 6, que com adição de CP apresentou os maiores valores médios entre os grupos experimentais. Na Figura 1 pode-se observar partículas de vidro circundadas pela matriz, enquanto na Figura 2 é possível observar partículas de vidro assim como partículas esféricas de CP incluídas na matriz. Nota-se também a distribuição regular das esferas de CP na mistura. Restos de CIV aderidos ao CP sugerem que as partículas exercem uma função maior do que meramente o aumento de conteúdo total de partículas, e por isso, uma proporção maior do que 20% justificaria uma melhor resistência à compressão do material.

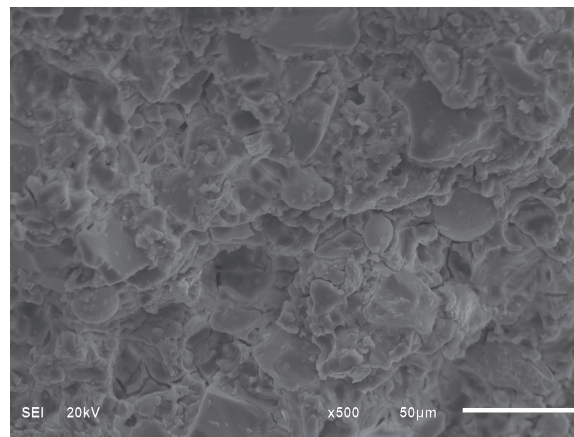
O valor médio de RC do grupo 6 foi estatisticamente semelhante ao valor médio do Riva Silver® (G8). Assim, pode-se inferir que o método de adição de prata não influenciou na RC dos ionômeros com compostos de prata. Ao avaliarem a resistência à compressão, tração diametral e flexão, de CIV’s com e sem adição de prata (Chelon Silver®, Chelon Fil®, Fuji II®, Miracle Mix®, RGI® e RGI Reinforced®) os autores relataram não haver diferença significativa de resistência mecânica entre os CIV’s com métodos de fusão e daqueles usando a simples adição de prata⁴.

Figura 1- Fotomicrografia obtida por MEV 500X do CIV Maxxion R® sem adição de composto de prata



Fonte: os autores.

Figura 2- Fotomicrografia obtida por MEV 500X do CIV Maxxion R® com adição de 60%pp de composto de prata



Fonte: os autores.

Em um estudo foram demonstrados valores de RC semelhantes entre CIV de alta viscosidade, com e sem adição de compostos de prata¹⁶. Em um outro estudo os autores registraram valores de RC semelhantes para os CIV's de alta viscosidade, se comparados aos CIV's modificados por prata, num período de 24 h a 30 dias após a confecção dos espécimes¹⁵. Além disso, a presença da prata é considerada benéfica, pois além do efeito antimicrobiano, a resistência inicial que se dá na primeira hora dos CIV's modificados por prata é maior do que nos CIV's convencionais, o que pode ser considerado adequado para o TRA, principalmente quando realizados em crianças, adultos com necessidades especiais e idosos, em cujo tempo para o início da incidência de carga oclusal é de difícil controle¹⁴.

Quanto à RTD, de acordo com os resultados mostrados na tabela 2, todos os grupos mostraram valores iguais entre si ($p=0,536$), contrário ao estudo onde foi observado valores maiores para os CIV's de alta viscosidade do que para o CIV convencional modificado por limalha de prata¹⁵. Por outro lado, em outro estudo, os autores constataram valores de RTD semelhantes entre os CIV's de alta viscosidade com e sem adição de prata após 24 horas¹⁶. Em estudo comparativo da RTD de dois CIV's reforçados por prata e três convencionais no período de 1h e 24h os autores não observaram significância nos resultados, o que está de acordo com os resultados obtidos neste estudo¹⁹. As diferentes condições de realização dos trabalhos, assim como a diferença dos compostos de prata utilizados, podem justificar os resultados diferentes entre os estudos

Embora os valores médios de RTD tenham sido similares entre todos os grupos testados, o expressivo aumento da RC com a adição de compostos de prata ao CIV Maxxion R® sugere que esta alternativa pode ser considerada benéfica, principalmente no TRA, onde suas características, simplicidade, efetividade e rapidez, também são proporcionadas pelo comportamento clínico do material restaurador no que diz respeito às suas propriedades mecânicas. Ainda, torna a mistura mais efetiva frente à incidência de forças mastigatórias em cavidade classe II. Além disso, é oportuno considerar que estudos *in vitro* atribuem à prata um potencial antibacteriano pela constante liberação de íons, que inibe a reprodução do *S. mutans*, o que justificaria seu uso como meio de prevenir o desenvolvimento da doença cárie, aliado às propriedades biológicas do CIV requerido no TRA^{1,9,10}.

Por muito tempo a adição de compostos de prata não foi considerada como opção para aumentar os valores de resistência mecânica dos CIV's¹. No entanto, os resultados deste trabalho sugerem o contrário, principalmente considerando que a técnica da mistura testada é de simples reprodução em ambiente clínico, com uso do próprio dosador de pó do CIV Maxxion R®. Um aspecto negativo da adição de compostos de prata aos CIV's é sua aparência estética final, que, por não mimetizar os tecidos dentários, pode conduzir à não aceitação por parte dos pacientes na sua escolha como material restaurador final.

Apesar dos resultados promissores, novos estudos são necessários, utilizando outros testes mecânicos, assim como situações de envelhecimento dos espécimes, resistência ao

desgaste, dentre outros, finalizando com testes clínicos, que confirmem a viabilidade do uso do Maxxion R[®] modificado por compostos de prata.

CONCLUSÃO |

Dentro das limitações do presente estudo, conclui-se que a adição de um composto de prata na proporção por peso de 60% a um cimento de ionômero de vidro convencional aumentou a sua resistência à compressão e não influenciou a sua resistência à tração diametral.

REFERÊNCIAS |

- Ching HS, Luddin N, Kannan TP, Ab Rahman I, Abdul Ghani NRN. Modification of glass ionomer cements on their physical-mechanical and antimicrobial properties. *J Esthet Restor Dent*. 2018 Nov;30(6):557-571.
- Simmons JJ. Silver-alloy powder and glass ionomer cement. *J Am Dent Assoc*. 1990;120(1):49-52.
- Simmons JJ. The miracle mixture. Glass ionomer and alloy powder. *Tex Dent J*. 1983;100(10):6-12.
- Williams JA, Billington RW, Pearson GJ. The comparative strengths of commercial glass-ionomer cements with and without metal additions. *Br Dent J*. 1992;172(7):279-82.
- Molina GF, Faulks D, Mazzola I, Cabral RJ, Mulder J, Frencken JE. Three-year survival of ART high-viscosity glass-ionomer and resin composite restorations in people with disability. *Clin Oral Investig* 2018; 22:461–467
- Menezes-Silva R, Velasco SRM, Bresciani E, Bastos RDS, Navarro MFL. 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*. 2021 Mar 1;29:e20200609.
- Molina GF, Ulloque MJ, Mazzola I, Mulder J, Frencken J. Randomized Controlled Trial of Class II ART High-viscosity Glass-ionomer Cement and Conventional Resin composite restorations in Permanent Dentition: Two-year Survival. *J Adhes Dent*. 2020;22(6):555-565.
- da Mata C, McKenna G, Anweigi L, Hayes M, Cronin M, Woods N, O'Mahony D, Allen PF. An RCT of atraumatic restorative treatment for older adults: 5 year results. *J Dent*. 2019 Apr;83:95-99
- Asakawa L, Franzin LCdS. Tratamento restaurador atraumático (ART): uma visão contemporânea. *Revista Uningá Review*. 2017;29(1):393.
- Silva HPRd, Koppe B, Brew MC, Sória GS, Bavaresco CS. Approach to the most prevalent oral disorders among the elderly: an integrative review focusing on primary health care. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. 2017; 20:40-40.
- Olegário IC, Pacheco AL, de Araújo MP, Ladewig NM, Bonifácio CC, Imparato JC, et al. Low-cost GICs reduce survival rate in occlusal ART restorations in primary molars after one year: A RCT. *J Dent*. 2017;57:45-50.
- Pereira J, Daroz LGD, Xible AA. Efeito da técnica de inserção na resistência mecânica de dois cimentos de ionômero de vidro de alta viscosidade. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde/Brazilian Journal of Health Research*. 2018;20(1):79-84.
- D'Costa VG, Singhal DK, Acharya S. Efficacy of GC Gold Label 9 and GC Miracle Mix. *J Clin Pediatr Dent*. 2020;44(3):148-53.
- Porter GC, Tompkins GR, Schwass DR, Li KC, Waddell JN, Meledandri CJ. Anti-biofilm activity of silver nanoparticle-containing glass ionomer cements. *Dent Mater*. 2020;36(8):1096-107.
- Yap AU, Cheang PH, Chay PL. Mechanical properties of two restorative reinforced glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil*. 2002;29(7):682-8.
- Mitra SB, Kedrowski BL. Long-term mechanical properties of glass ionomers. *Dent Mater*. 1994;10(2):78-82.
- Beys HM, Verbeeck RM, Martens LC, Lemaitre L. Compressive strength of some polyalkenoates with or without dental amalgam alloy incorporation. *Dent Mater*. 1991;7(3):151-4.

18. Bonifácio CC, Kleverlaan CJ, Raggio DP, Werner A, de Carvalho RC, van Amerongen WE. Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. *Aust Dent J.* 2009;54(3):233-7.

19. Kerby RE, Knobloch L. Strength characteristics of glass-ionomer cements. *Oper Dent.* 1992;17(5):170-4.

Correspondência para/Reprint request to:

Juraci Pereira

Rua Leocádia Pedra dos Santos, 15,

Enseada do Suá, Vitória/ES, Brasil

CEP: 290503-70

E-mail: juracieangela@gmail.com

Recebido em: 12/05/2021

Aceito em: 12/08/2021