

Influência do envelhecimento sobre a rugosidade e estabilidade de cor dos cimentos de ionômero de vidro encapsulados

• **Bruno Bachiega da Silva** Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil • **Erika Michele dos Santos Araújo** Departamento de Dentística, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil • **Beatriz Togoro Ferreira da Silva** Departamento de Dentística, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil • **Adriana Bona Matos** Departamento de Dentística, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil

RESUMO | Objetivo: Analisar efeitos de diferentes envelhecimentos sobre a rugosidade e a cor de cimentos de ionômero de vidro (CIV) encapsulados. Materiais e métodos: Foram testados dois cimentos de ionômero de vidro [convencional/Self Cure (SC) e resino modificado/Light Cure (LC)] e envelhecimentos [(baseline, pós-ciclagem térmica e pós-ciclagem térmica + armazenamento por sete meses)]. 52 discos (n = 13) foram confeccionados. A cor foi avaliada por dois espectrofotômetros (VITA Easyshade e Konica Minolta CE3700A), e a rugosidade pelo perfilômetro óptico (Proscan 2100, Scantron). Resultados: ANOVA dois fatores e teste de Tukey (p < 0,05) foram realizados. Os CIVs apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si (p < 0,05) para rugosidade (SC = 0,202 µm e LC = 0,241), os envelhecimentos alteraram significativamente a rugosidade baseline = 0,278 µm, ciclado = 0,220 µm e ciclado-armazenado = 0,167 µm, e para cor (SC ΔE = 3,89 e LC ΔE = 4,94). Para ΔL*, Δa*, Δb* houve diferença na interação dos fatores, com maior alteração do ΔL* para o CIV LC após ciclagem + armazenamento. Para Δa* houve diferença estatisticamente significativa (p < 0,05) entre os envelhecimentos, sendo maior para o grupo CIV LC após ciclagem. Maior alteração Δb* foi observada para o CIV LC após ciclagem + armazenamento. Conclusões: Os diferentes CIVs possuem rugosidade superficial e cor diferentes. O CIV LC mostrou-se mais rugoso quando comparado ao SC, porém ambos se tornaram menos rugosos com o passar do tempo. O protocolo de envelhecimento que mais interfere na rugosidade e na cor de diferentes tipos de CIV é a ciclagem térmica seguida de armazenamento.

DESCRITORES | Cor; Cimento de Ionômero de Vidro; Envelhecimento.

ABSTRACT | **Aging influence on roughness and color stability of encapsulated glass ionomer cements** • Objective: To analyze effects of different agings on the roughness and color of different encapsulated glass ionomer cements (GIC). Materials and methods: Two glass ionomer cements (Conventional/Self Cure (SC) and modified resin/Light Cure (LC)) and three aging (baseline, post-thermal cycling and post-thermal cycling + storage for 7 months). Fifty-two discs (n = 13) were made. The color stability was performed with spectrophotometers (VITA Easyshade and Konica Minolta CE3700A), and the roughness test with optical profilometer (Proscan 2100, Scantron). Results: The data were analyzed with two-way ANOVA and Tukey's test (p < 0.05). The GICs presented statistically significance when compared (p < 0.05), for roughness (SC = 0,202µm e LC = 0,241), the aging protocols tested promoted a significant change in surface roughness baseline = 0,278µm, post-cycling = 0,220µm and storage = 0,167µm and for the color (SC ΔE = 3,89 and LC ΔE = 4,94). However, the interaction between the factors was not statistically significant (p > 0.05). For ΔL*, Δa*, Δb*, there was a difference in the interaction of the factors, with a greater change in ΔL* for the GIC LC post-thermal cycling + storage). For Δa* there was a statistically significant difference (p < 0.05) between aging, being the higher alteration for the GIC LC group post-thermal cycling. Greater change in the b* coordinate was observed for the GIC LC post-thermal cycling + storage. Conclusions: The different GICs presented different surface roughness and color. The resin-modified GIC LC showed to be rougher when compared to the conventional GIC SC. However, both GICs became less rough over time. The post-thermal cycling + storage for 7 months was the aging protocol that most interfered in the roughness and color of different types of GICs.

DESCRIPTORS | Color; Glass Ionomer Cement; Aging.

AUTOR CORRESPONDENTE | • **Adriana Bona Matos** Departamento de Dentística, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo • Av. Professor Lineu Prestes, 2227 São Paulo, SP, Brazil • 05508-000 E-mail: bona@usp.br

• Received Feb 7, 2019 • Accepted Mar 27, 2019
• DOI <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2357-8041.cIRD.2019.154506>

INTRODUÇÃO

A busca por materiais restauradores que apresentem a habilidade de fortalecer estruturas dentais, que possuam flúor na sua composição, e que ao mesmo tempo possuam lisura superficial considerável ainda é um requisito importante na escolha do material na prática clínica, uma vez que materiais que apresentam superfícies mais rugosas se tornam mais susceptíveis a uma maior deposição de biofilme e manchamento na superfície, podendo levar à falha do tratamento restaurador e consequente substituição ao longo do tempo.^{1,2,3}

Nesse contexto, o cimento de ionômero de vidro (CIV) é visto como um material que apresenta como vantagens suas propriedades de bom vedamento marginal, adesão química ao dente, boa estabilidade dimensional sob umidade, liberação de flúor e coeficiente de expansão térmica muito próximo ao do dente.^{3,4} Além disso, tem ação de liberação de flúor para o meio bucal, agindo como um reservatório, reabastecendo-se com íons flúor provenientes da água e/ou dos produtos para escovação, liberando-os posteriormente.^{3,5-7}

O flúor é um importante agente antimicrobiano,^{6,8} principalmente contra *Streptococcus mutans* e *Lactobacillus*, dois grandes destaques quando se trata de atividade cariogênica.^{2,9,10} O efeito anticariogênico do flúor ocorre devido ao mecanismo de conversão da sacarose em polissacarídeos, via enzima glicosil-transferase, pelo *S. mutans* e sobre o mecanismo de ATPases dessa bactéria e do *Lactobacillus*.¹¹ A reação ácido-base do CIV é o que possibilita a liberação de flúor e outros íons¹² de forma constante na saliva, além de permitir a recarga de íons⁷ para posterior liberação. Livres na saliva, o flúor, além de atuar sobre as bactérias do biofilme, induz a formação de cristais de fluorapatita, conferindo maior resistência à desmineralização.^{13,14}

Como desvantagem, o CIV apresenta-se como um material rugoso e pouco estético.¹⁵ Se, por um lado, a rugosidade fornece área de contato mais ampla para

a deposição de biofilme, por outro, as propriedades anticariogênicas do CIV proporcionam menor proliferação de colônias e produção de ácidos pelas bactérias.¹⁶

Assim, as restaurações feitas com CIV devem possuir o melhor acabamento de superfície possível com vistas à diminuição da rugosidade pois, mesmo com as propriedades anticárie, a higienização inadequada da superfície dental pode resultar em cárie adjacente à restauração devido ao acúmulo de biofilme. Quanto mais espesso o biofilme, mais prejudicada fica a troca de íons entre CIV e esmalte dental.^{16,17,18}

Ainda sobre as propriedades do CIV, sabe-se que a estética desse material não é muito favorável.¹⁹ Ele possui indicação ampla em odontopediatria, em trabalhos de campo como o tratamento restaurador atraumático (ART)¹⁹, para adequação de meio bucal e restauração de lesões cervicais.^{1,20,21} Nesses casos, o foco principal do tratamento restaurador é a saúde, ficando a estética em segundo plano. Portanto, o CIV está indicado para restaurar lesões cervicais, cariosas ou não²⁰, ainda que sua estética seja pobre. Seria essa propriedade prejudicada pelo envelhecimento dos espécimes?

Ensaio de laboratório utilizam corriqueiramente a ciclagem térmica como um mecanismo para envelhecimento dos materiais restauradores.²² Não se trata de mimetizar situações clínicas, mas de desafiar termicamente o CIV para detectar se: a rugosidade aumenta após desafio térmico; e se a cor do material é alterada.

Uma vez que a variação de temperatura ocorre no ambiente bucal, justifica-se a importância de avaliar o efeito do envelhecimento sobre a rugosidade e a cor de diferentes tipos de CIV, com o objetivo de identificar se um deles possui comportamento mais estável frente ao envelhecimento que será realizado. Assim, três hipóteses de nulidade serão testadas: 1) o envelhecimento não influencia na rugosidade e na cor de diferentes tipos de CIV; 2) o tipo de CIV não

influencia nas propriedades de rugosidade e cor desse material; 3) o tipo de envelhecimento não influencia nas propriedades de rugosidade e cor do material.

OBJETIVO

Este estudo pretende analisar os diferentes envelhecimentos e seus efeitos sobre a rugosidade e estabilidade de cor de diferentes tipos de cimento de ionômero de vidro encapsulados (convencional e resino modificado).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o experimento, foram confeccionados um total de 52 espécimes, sendo 26 de cada cimento de ionômero de vidro (Tabela 1), de acordo com as instruções providas pelo fabricante.

TABELA 1 | Cimento de ionômero de vidro utilizados.

Nome comercial/ fabricante	Apresentação	Cor	Tipo
Riva Self Cure® / SDI Lote B1610051F	Cápsula	A2	Convencional
Riva Light Cure® / SDI Lote J1610192EG	Cápsula	A2	Resino modificado

Foram confeccionados 26 espécimes (13 para cada tipo de CIV), com 12 mm de diâmetro x 1 mm de altura, para a leitura de cor com o espectrofotômetro VITA Easyshade 3D Master® e outros 26 espécimes (13 para cada CIV) de 5 mm x 5 mm x 3mm para leitura com espectrofotômetro (Konica Minolta CE3700A). Nesses mesmos espécimes, foi realizada a leitura de rugosidade com o perfilômetro digital (Proscan 2100, Scantron, Venture Way, Tauton, UK – Processo Fapesp 2011/17699-1 e 2015/13571-1).

Sobre uma placa de vidro polida, foi posicionada uma tira de poliéster e, sobre ela, posicionou-se uma matriz de alumínio (12 mm de diâmetro x 1 mm de altura). As cápsulas foram ativadas e trituradas em um triturador Ultramat 2 (SDI Limited, Victoria, Australia) por 10 segundos, conforme instruído pelo fabricante. Com auxílio de um aplicador Riva Applicator (SDI Limited, Victoria, Austrália), as

matrizes foram preenchidas em incremento único e sobre elas foi posicionada uma segunda tira de poliéster e uma segunda placa de vidro polida, de modo a obter superfície lisa.

Para os espécimes de CIV convencional, foi aguardada a geleificação inicial por 6 minutos e, para os espécimes resino modificados, foi utilizado um fotopolimerizador (Radii-Cal, SDI Limited, Victoria, Austrália; intensidade de 800 mW/cm²) por 20 segundos, conforme indicado pelo fabricante. Dada a forma de obtenção dos espécimes, procedimentos de acabamento e polimento não foram realizados. Todos os 26 corpos de prova foram armazenados sob umidade relativa, em estufa a 37°C por 24 horas, de modo que se completasse a reação ácido-base do material.

Após 24 horas, os espécimes foram removidos da matriz de alumínio e identificados, utilizando uma ponta diamantada esférica, em baixa rotação.

Análise da rugosidade superficial

A rugosidade da superfície foi aferida nos espécimes previamente secos, utilizando um perfilômetro óptico (Proscan 2100, Scantron, Venture Way, Tauton, UK – Processo Fapesp 2011/17699-1 e 2015/13571-1). O sensor do aparelho escaneou três linhas de 4 mm no corpo de prova. Para a leitura, o programa foi ajustado para percorrer um número de 1333 passos com tamanho de 0,003 mm no eixo X. A rugosidade foi calculada a partir da média dos valores de Ra no eixo X, dada pelo próprio software (Proscan Application Software version 2.0.17).

Para cada um dos espécimes analisados, obteve-se três mensurações da rugosidade superficial pré-ciclagem térmica (baseline) em regiões distintas padronizadas (Figura 1), três mensurações pós-ciclagem térmica e outras três mensurações pós-armazenamento de sete meses sob umidade relativa em estufa a 37°C. O método de análise da rugosidade deu-se através de um perfilômetro óptico de não contato com a superfície.²³

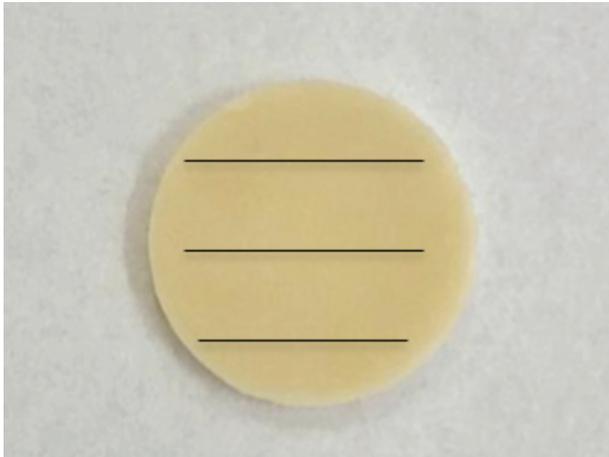


FIGURA 1 | Representação sem escala das três linhas de leitura no eixo X dos espécimes de CIV.

Análise de cor

A cor dos espécimes foi obtida através do espectrofotômetro VITA Easyshade 3D Master® (Bad Sackingen, Germany) no modo “dente individual”, antes e após o envelhecimento, nos mesmos corpos de prova. O aparelho foi calibrado antes da leitura de cada espécime conforme instruções providas pelo fabricante, e a cor foi aferida três vezes.

Para a análise de cor no espectrofotômetro Konica Minolta CE3700A (Konica Minolta, Japan) foram confeccionados, como citado anteriormente, 26 novos espécimes quadrangulares de cada tipo de CIV ($n = 13$), de 5x5x3 mm. Após 24 horas da confecção, os espécimes tiveram suas bordas polidas em uma politriz, a fim de permitir uma correta adaptação na matriz branca do espectrofotômetro. Analisou-se a cor dos espécimes de acordo com os parâmetros do CIELab. A fonte de iluminação foi fornecida por uma luz com comprimento de onda de 360 nm a 740 nm, padrão iluminante D65, observador padrão de dois graus e fundo preto. Foram realizadas leituras de cor antes e após os protocolos de envelhecimento, no mesmo espécime, de acordo com os procedimentos descritos. As variações de cor (ΔE) foram calculadas

pelo software de acordo com a Equação 1, na qual ΔL , Δa e Δb são as diferenças nas coordenadas cromáticas: L^* , correspondendo à luminosidade (variação de preto a branco); a^* , a variação de vermelho e verde; e b^* , a variação de amarelo e azul nos espécimes.²⁴

Equação 1

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

Procedimentos de envelhecimento

O envelhecimento dos espécimes foi realizado por ciclagem térmica, com um total de 500 ciclos, entre 5° e 55°, durante 30 segundos em cada banho, com tempo de transferência de dois segundos. O armazenamento foi realizado em estufa a 37°C por sete meses, sob umidade relativa constante. Os espécimes foram avaliados em três momentos diferentes: antes e após a ciclagem térmica, e após armazenamento.

RESULTADOS

Os dados de rugosidade foram avaliados quanto a sua distribuição, sendo identificados como homogêneos e aderentes a curva normal. Dessa forma, foi aplicado o teste de Análise de Variância ANOVA dois fatores para detectar diferenças estatisticamente significantes para tais: cimento de ionômero de vidro e protocolos de envelhecimento.

Para o teste de rugosidade, obteve-se diferença estatisticamente significativa para os fatores principais: tipo de CIV ($p = 0,004$) e protocolo de envelhecimento ($p = 0,000$). Entretanto, a interação entre eles não se mostrou estatisticamente significativa ($p = 0,173$).

O teste de comparação entre os fatores utilizados foi o teste de Tukey, com 5% de significância. Comparando o convencional com o resino modificado, foi detectada diferença estatística

entre eles, com maior rugosidade para o Light Cure (rugosidade média = 0,241 μm) do que para o Self Cure (0,202 μm). A significância do protocolo de envelhecimento (Tabela 2) foi expressa na medida em que a rugosidade foi maior para os espécimes que foram imediatamente analisados (rugosidade média baseline = 0,278 μm) do que para os do grupo que foi ciclado com rugosidade média igual a 0,220 μm , seguido do grupo que foi ciclado com rugosidade média de 0,2209 μm e posteriormente armazenado durante sete meses (0,1678 μm) (Tabelas 2 e 3).

TABELA 2 | Comparações pareadas através do teste de Tukey* para rugosidade dos diferentes cimentos de ionômero de vidro (Média \pm Desvio padrão).

CIV	N	Média \pm Desvio
Self Cure (SC)	39	0,2029 \pm 0,042 ^b
Light Cure (LC)	39	0,2418 \pm 0,069 ^a

*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes

TABELA 3 | Comparações pareadas através do teste de Tukey para rugosidade, considerando o envelhecimento como fator de variação (Média \pm Desvio padrão).

Envelhecimento	N	Média \pm Desvio
Baseline	26	0,2783 \pm 0,083 ^a
Ciclado	26	0,2209 \pm 0,090 ^b
Armazenado	26	0,1678 \pm 0,035 ^c

*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes

Ensaio de cor

Por se tratar de resultados não paramétricos, foi calculada a moda para cada uma das escalas analisadas: Vita Classical (Tabela 4) e 3D Master (Tabela 5).

TABELA 4 | Moda dos espécimes analisados de diferentes tipos de CIV quanto ao protocolo de envelhecimento, na escala VITA Classical.

Self Cure (SC)	BASELINE	A3.5
	PÓS-CICLAGEM TÉRMICA	A3.5
	CICLADOS/ARMAZENADOS	C4
Light Cure (LC)	BASELINE	A1
	PÓS-CICLAGEM TÉRMICA	A1
	CICLADOS/ARMAZENADOS	B2

TABELA 5 | Moda dos espécimes analisados de diferentes tipos de CIV quanto ao protocolo de envelhecimento, na escala VITA 3D MASTER.

SC	BASELINE	5M3
	PÓS-CICLAGEM TÉRMICA	5M3
	CICLADOS/ARMAZENADOS	5M3
LC	BASELINE	1M2
	PÓS-CICLAGEM TÉRMICA	1M1.5
	CICLADOS/ARMAZENADOS	2M3

Para a análise de cor no espectrofotômetro Konica Minolta CE3700A (Ramsey, NJ, EUA) os espécimes foram analisados de acordo com os parâmetros do CIELab. As variações de cor (ΔE) foram calculadas pelo próprio software do aparelho, para cada espécime de CIV (Tabela 6).

TABELA 6 | Resultados (média \pm desvio-padrão) da variação de cor pós-protocolo de envelhecimento analisados pelo espectrofotômetro Konica Minolta

Cimento de ionômero de vidro	ΔE pós-ciclagem térmica	ΔE pós-armazenamento (média)
Self Cure	3,89 \pm 1,30	4,50 \pm 1,76
Light Cure	4,94 \pm 2,01	9,13 \pm 3,49

Para avaliação das coordenadas de cor, ΔL^* , Δa^* , Δb^* , houve diferença significativa ($p < 0,05$) para interação dos fatores (CIV \times envelhecimento). Houve maior alteração na coordenada L^* para o CIV Light Cure após ciclagem + armazenagem (sete meses), e não houve diferença estatisticamente significativa para o CIV Self Cure após os envelhecimentos testados.

Para a coordenada a^* , houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) apenas para a comparação entre os envelhecimentos para o CIV LC, no qual maior alteração foi observada para o grupo após ciclagem térmica.

Para a coordenada b^* não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) para a comparação entre os envelhecimentos para o CIV SC, porém houve diferença estatisticamente significativa apenas para o CIV LC após ciclagem + armazenagem (sete meses).

DISCUSSÃO

Os ionômeros utilizados neste estudo são do tipo encapsulados, que surgiram com a proposta de reduzir o tempo clínico, por ter a proporção exata de pó e líquido recomendados pelo fabricante, promovendo maior praticidade, menor tempo clínico, menor chance de erro na manipulação e maior facilidade de aplicação na cavidade.^{1,21,25}

Neste estudo, todos os materiais apresentaram alteração na rugosidade e cor após os envelhecimentos testados, assim, as hipóteses de nulidade foram rejeitadas, pois existe diferença entre tipos de ionômero de vidro e protocolo de envelhecimento.

O ionômero Light Cure (resino modificado) apresentou-se pouco mais rugoso que o Self Cure (convencional), antes e após os protocolos de envelhecimento, e ambos os CIVs se tornaram menos rugosos com o passar do tempo.

A composição do CIV resino modificado conferiu maior rugosidade superficial após o envelhecimento, pois estes possuem em sua composição um monômero resinoso (HEMA) e um fotoiniciador (canforquinona) que irão fazer a conversão do monômero durante a fotoativação.^{1,21} Dessa forma, esse tipo de material apresentará mais uma reação além da já conhecida reação ácido-base (geleificação). A competição entre esses dois tipos de reações torna o processo muito sensível, podendo levar a uma deficiência na presa final do material, bem como tornar a superfície do material susceptível a degradação.^{1,21}

Os dois materiais apresentaram aumento da rugosidade após o protocolo de envelhecimento. A forma de apresentação dos materiais, em cápsulas, pode ser o responsável por esse aumento. Nos ionômeros encapsulados, o ácido poliacrílico possui menor tempo para atacar e reagir com as partículas do pó, diferentemente dos materiais na apresentação pó-líquido, e esse menor tempo de reação torna a superfície final mais rugosa, por conta da presença de partículas maiores que fornecerão melhor resistência ao material, portanto, uma menor lisura superficial.²⁵

Existem vários fatores que também podem influenciar o comportamento dos materiais ionoméricos com o passar do tempo.²⁶ A composição química, em que a incorporação do monômero HEMA no cimento pode impedir a formação completa da matriz ionomérica; o tipo de partícula, no qual os vidros básicos são necessários para que ocorra a reação com o ácido e, por fim, a formação do sal; a qualidade das partículas de vidro, que tem forte influência na resistência do material à compressão e flexão; a concentração do ácido poliacrílico, já que sua viscosidade pode interferir na manipulação do material, bem como na resistência final do cimento; e a correta proporção entre o pó e o líquido para a obtenção de um material que terá interação química com o substrato ao qual ele será inserido^{21,26} são fatores capazes de exercer influência positiva ou negativa sobre os materiais conforme o passar do tempo.²⁷

Em termos de biocompatibilidade, menor rugosidade superficial é excelente, já que uma superfície mais lisa resulta em menor retenção mecânica de biofilme, um dos fatores etiológicos da cárie e doença periodontal.^{8,16}

Na literatura, encontra-se inúmeros trabalhos com CIV, os quais realizam polimento superficial dos espécimes antes dos testes²⁸⁻³⁰ e, dessa maneira, observa-se aumento da rugosidade após os diversos protocolos de envelhecimento aplicados.²⁸ Neste trabalho, dispensamos o uso de polimento, a fim de observar o comportamento desse material sem nenhum tipo de polimento, pois algumas vezes na situação clínica, áreas não podem ser polidas. Utilizou-se apenas pressão de uma placa de vidro lisa e uma tira de poliéster para obter uma superfície lisa, conforme já explicado no tópico “Materiais e Métodos”. O intuito foi de investigar os prós e contras da utilização desses CIVs encapsulados sem a realização de polimento superficial.

No que diz respeito à cor, segundo a literatura, a variação de cor (ΔE) é clinicamente aceitável

quando $\Delta E < 3.3$.³¹ Ambos os CIVs não apresentaram diferenças antes e após a ciclagem térmica quando analisados pelas escalas VITA Classical e VITA Easyshade 3D Master. Contudo, houve diferença de cor quando os espécimes desses grupos foram comparados aos espécimes armazenados por sete meses, para a escala Vita Classical para ambos os CIVs, e para a escala Vita Easyshade 3D Master somente para o CIV LC. Tendo a cor foi avaliada pela escala 3D Master, o CIV SC não teve diferença de cor quando variou o protocolo de envelhecimento. Já o CIV LC teve uma cor diferente em cada um dos protocolos de envelhecimento.

É importante comentar que o CIV apresenta discrepância quanto à sua cor logo após a reação ácido-base, pois ambos são A2 e não se apresentaram como tal. Esse fato já foi relatado em outro trabalho com metodologia semelhante.³² O SC apresenta-se muito mais escurecido e opaco, enquanto o LC possui translucidez e maior aproximação da cor desejada, mas ainda é pobre em termos estéticos.

Outro fato relevante é que, apesar de ambos os materiais serem vendidos como A2 pelo fabricante, neste estudo observou-se que, em especial o SC, apresentou-se inicialmente com uma cor diferente da fornecida pelo fabricante (dois lotes diferentes foram utilizados para teste de confirmação). O SC apresentou-se em sua maioria como A3.5, já o LC apresentou-se em sua maioria como A1. Essa falta de correspondência de cor do material não é bem elucidada na literatura, contudo, Costa e Silva et al.³² sugerem a utilização de uma escala própria para cada fabricante.

Supomos que essa falta de correspondência da cor inicial pode ser devido à espessura dos espécimes confeccionados neste estudo, sendo então essa leitura influenciada pela cor de fundo utilizada durante o uso do espectrofotômetro, ademais, a translucidez do material permite a passagem de luz que incide em sua superfície, e altera a leitura com o aparelho, pois este analisa a luz que é refletida pelo espécime, sendo

essa a limitação da utilização do aparelho que utiliza refletância.³³

O espaço de cor $L^* a^* b^*$, conhecido como CIELab, é utilizado para a avaliação das cores, apresentando esses dados em termos numéricos. Ele consiste na coordenada L^* que corresponde à luminosidade, na coordenada a^* que indica o eixo vermelho e verde e na coordenada b^* que indica o eixo amarelo e azul.^{34,35}

Para a alteração das coordenadas $L^* a^* b^*$, todos os materiais apresentaram alterações. No geral, todos apresentaram-se mais escuros de acordo com os valores de ΔL^* , essa diminuição da luminosidade ocorre devido ao aumento do índice de refração dos materiais resinosos após a conversão do monômero em polímeros.³⁵

O mesmo ocorre para os CIVs convencionais, após sua reação de geleificação, ocorrerá uma mudança no seu índice de refração, acarretando numa alteração de cor do material.³⁵

A alteração na coordenada b^* , nos materiais resinosos, pode ocorrer por conta da diminuição da quantidade de canforoquinona após a fotopolimerização, contudo, neste estudo, o material LC após a ciclagem e armazenamento ainda apresentou-se mais amarelo que os outros materiais. Uma possível degradação da matriz polimérica do material pode ter ocorrido pelo envelhecimento, ocasionando alteração de cor.^{34,35}

Durante o período de sete meses, ao checar semanalmente a umidade relativa, foi possível notar a liberação de pigmentos dos espécimes, em especial do SC, o que pode explicar a alteração de cor. O próprio fabricante da escala VITA (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG) fornece a informação que o grupo de cor A é definido pela pigmentação vermelho-acastanhada, a qual foi se perdendo durante o armazenamento, tornando o espécime acinzentado, ou seja, alterando o croma de A para C.

Um estudo³⁵ demonstrou que a cor do material restaurador varia logo após sua polimerização/

fotoativação. Dos 17 materiais restauradores estéticos testados quanto a sua estabilidade de cor, 14 apresentaram mudança de cor perceptível após a polimerização e 15 não foram compatíveis com a escala de cores após sua fotoativação. Esse fato se deve à diminuição do brilho e croma dos materiais³⁵, o que nos permite afirmar que a cor é um elemento fundamental no sucesso do tratamento restaurador, e também um dos mais difíceis de manutenção pós-processo restaurador.

Em suma, o CIV é um material restaurador com aceitável aplicabilidade clínica, contudo, sua composição é um fator que pode influenciar na sua topografia da superfície, bem como na sua cor após a simulação de variação de temperatura no meio bucal e armazenamento de sete meses. Logo, a indicação do seu uso deve ser criteriosa, tendo o melhor desempenho em restaurações em pacientes pediátricos e idosos, e em caso de confecção de restauração provisória.

CONCLUSÃO

Os resultados possibilitaram concluir que tipos distintos de CIV possuem rugosidade superficial e cor diferentes, no qual o ionômero resino modificado/Light Cure mostrou-se mais rugoso quando comparado ao CIV convencional/Self Cure, porém, ambos os CIVs se tornaram menos rugosos com o passar do tempo.

O protocolo de envelhecimento que mais interfere na rugosidade e cor de diferentes tipos de CIV é a ciclagem térmica seguida de armazenamento por sete meses.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não houve conflito de interesse.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), processos

(2015/13571-1) e (2017/10566-2) pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Nicholson JW. Adhesion of glass-ionomer cements to teeth: a review. *Int J Adhes Adhes.* 2016;69:33-8. doi: 10.1016/j.ijadhadh.2016.03.012
2. Fúcio SBP, Paula AB, Sardi JCO, Duque C, Correr-Sobrinho L, Puppim-Rontani RM. *Streptococcus mutans* biofilm influences on the antimicrobial properties of glass ionomer cements. *Braz Dent J.* 2016;27(6):681-7. doi: 10.1590/0103-6440201600655
3. Almuhaiza M. Glass-ionomer cements in restorative dentistry: a critical appraisal. *J Contemp Dent Pract.* 2016;17(4):331-6.
4. Knight GM. The benefits and limitations of glass-ionomer cements and their use in contemporary dentistry. *Glass-Ionomers in Dentistry.* 2016;57-79. doi: 10.1007/978-3-319-22626-2_3
5. De Caluwé T, Verucruysse CWJ, Ladik I, Convents R, Declercq H, Martens LC, et al. Addition of bioactive glass to glass ionomer cements: effect on the physico-chemical properties and biocompatibility. *Dent Mater.* 2017;33(4):e186-e203. doi: 10.1016/j.dental.2017.01.007
6. Raggio DP, Tedesco TK, Calvo AF, Braga MM. Do glass ionomer cements prevent caries lesions in margins of restorations in primary teeth? A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc.* 2016;147(3):177-85. doi: 10.1016/j.adaj.2015.09.016
7. Kucukyilmaz E, Savas S, Kavrik F, Yasa B, Botsali MS. Fluoride release/recharging ability and bond strength of glass ionomer cements to sound and caries-affected dentin. *Niger J Clin Pract.* 2017;20(2):226-34. doi: 10.4103/1119-3077.178917
8. Hahnel S, Mühlbauer G, Hoffmann J, Ionescu A, Bürgers R, Rosentritt M, et al. *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus* biofilm formation and metabolic activity on dental materials. *Acta Odontol Scand.* 2012;70(2):114-21. doi: 10.3109/00016357.2011.600703
9. Tehrani MH, Asghari G, Hajiahmadi M. Comparing *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* colony count changes following green tea mouth rinse or sodium fluoride mouth rinse use in children: randomized double-blind controlled clinical trial. *Dent Res J (Isfahan).* 2011;8(Suppl 1):S58-63.
10. Renné WG, Lindner A, Mennito AS, Agee KA, Pashley DH, Willett D, et al. Antibacterial properties of copper iodide-

- doped glass ionomer-based materials and effect of copper iodide nanoparticles on collagen degradation. *Clin Oral Investig*. 2017;21(1):369-79. doi: 10.1007/s00784-016-1799-y
11. Sturr MG, Marquis RE. Inhibition of proton-translocating ATPases of *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus casei* by fluoride and aluminum. *Arch Microbiol*. 1990;155(1):22-7.
 12. Suebsureekul P, Viteporn S. Release of fluoride from orthodontic adhesives and penetration into enamel. *J Orofac Orthop*. 2017;78(3):185-92. doi: 10.1007/s00056-016-0072-y
 13. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Walker GD, Morgan MV, et al. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res*. 2008;87(4):344-8.
 14. Al Dehailan L, Martinez-Mier EA, Lippert F. The effect of fluoride varnishes on caries lesions: an in vitro investigation. *Clin Oral Investig*. 2016;20(7):1655-62. doi: 10.1007/s00784-015-1648-4
 15. Al-Angari SS, Hara AT, Chu TM, Platt J, Eckert G, Cook NB. Physicomechanical properties of a zinc-reinforced glass ionomer restorative material. *J Oral Sci*. 2014;56(1):11-6.
 16. Hahnel S, Ionescu AC, Cazzaniga G, Ottobelli M, Brambilla E. Biofilm formation and release of fluoride from dental restorative materials in relation to their surface properties. *J Dent*. 2017;60:14-24. doi: 10.1016/j.jdent.2017.02.005
 17. Montanaro L, Campoccia D, Rizzi S, Donati ME, Breschi L, Prati C, et al. Evaluation of bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* on dental restorative materials. *Biomaterials*. 2004;25(18):4457-63. doi: 10.1016/j.biomaterials.2003.11.031
 18. Olsen I. Biofilm-specific antibiotic tolerance and resistance. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2015;34(5):877-86. doi: 10.1007/s10096-015-2323-z
 19. Lo EC, Luo Y, Tan HP, Dyson JE, Corbet EF. ART and conventional root restorations in elders after 12 months. *J Dent Res*. 2006;85(10):929-32. doi: 10.1177/154405910608501011
 20. Burke FJ. Dental materials: what goes where? Class V restorations. *Dent Update*. 2015;42(9):829-30, 833-6, 839. doi: 10.12968/denu.2015.42.9.829
 21. Sidhu SK, Nicholson JW. A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *J Funct Biomater*. 2016;7(3). pii: E16. doi: 10.3390/jfb7030016
 22. Morresi AL, D'Amaro M, Capogreco M, Gatto R, Marzo Z, D'Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2014;29:295-308. doi: 10.1016/j.jmbbm.2013.09.013
 23. Attin T, Wegehaupt FJ. Impact of erosive conditions on tooth-colored restorative materials. *Dent Mater*. 2014;30(1):43-9. doi: 10.1016/j.dental.2013.07.017
 24. Tian F, Yap AUJ, Wang X, Gao X. Effect of staining solutions on color of pre-reacted glass-ionomer containing composites. *Dent Mater J*. 2012;31(3):384-8.
 25. Alves Filho AO, Rocha RO, Mascaro MSB, Imparato JCPO, Raggio DP. Avaliação in vitro da rugosidade superficial de cimentos de ionômero de vidro utilizados no tratamento restaurador atraumático. *Pesq. Bras. Odontopediatria Clín Integr*. 2009;9(2):229-33.
 26. Ellakuria J, Triana R, Mínguez N, Soler I, Ibaseta G, Maza J, et al. Effect of one-year water storage on the surface microhardness of resin-modified versus conventional glass-ionomer cements. *Dent Mater*. 2003;19(4):286-90.
 27. Cattani-Lorente MA, Godin C, Meyer JM. Mechanical behavior of glass ionomer cements affected by long-term storage in water. *Dent Mater*. 1994;10(1):37-44.
 28. Al-Samadani KH. Influence of energy beverages on the surface texture of glass ionomer restorative materials. *J Contemp Dent Pract*. 2017;18(10):937-42.
 29. Bayrak GD, Sandalli N, Selvi-Kuvvetli S, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect of two different polishing systems on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of newly developed restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2017;29(6):424-34. doi: 10.1111/jerd.12313
 30. Da Silva AB, Rapôso NM, Gomes IA, Gonçalves LM, Paschoal MA. In vitro quantitative comparison of erosive potential of infant mouthwashes on glass ionomer cement. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(3):e206-e211. doi: 10.4317/jced.54314
 31. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater*. 2004;20(6):530-4. doi: 10.1016/j.dental.2002.11.001
 32. Costa e Silva D, Tiradentes SBSP, Parente RCP, Bandeira MFCL. Color change using HSB color system of dental resin composites immersed in different common Amazon region beverages. *Acta Amaz*. 2009;39(4):961-8. doi: 10.1590/S0044-59672009000400024
 33. Dantas AAR, Florez FLE, Campos EA, De Andrade MF, Saad JRC, Oliveira Júnior OB. Correspondência de cor de diferentes marcas e sistemas de resina composta em relação à escala vita classical. *RPG Rev Pós Grad*. 2011;18(1):45-51.

- [Influência do envelhecimento sobre a rugosidade e estabilidade de cor dos cimentos de ionômero de vidro encapsulados](#)

34. Gómez-Polo C, Portillo Muñoz M, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of the CIE-Lab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):65-70. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.2015.07.001

35. Barutçigil C, Harorli OT, Yildiz M, Ozcan E, Arslan H, Bayindir F. The color differences of direct esthetic restorative materials after setting and compared with a shade guide. *J Am Dent Assoc.* 2011;142(6):658-65.