

## Interferência do aparelho fotopolimerizador e do envelhecimento térmico na aparência de restaurações adesivas

### *Interference of the Light-Curing Device and Thermal Ageing on the Appearance of Adhesive Restorations*

Bianca Franco Públio Pereira Fernandes<sup>1</sup>, Juliana Souza Carvalho de Araújo<sup>2</sup>, Lívia Vitória<sup>3</sup>, Paula Mathias<sup>4</sup>, Andrea Araújo de Nóbrega Cavalcanti<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Cirurgiã-dentista, Mestre em Clínica Odontológica, Professora de Odontologia do Centro Universitário Faculdade Guanambi; <sup>2</sup>Cirurgiã-dentista, Mestre em Clínica Odontológica, Doutora em Odontologia e Saúde, Professora Adjunto de Odontologia da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública; <sup>4</sup>Cirurgiã-dentista, Mestre, Doutora em Clínica Odontológica, Professora Titular da Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia; <sup>5</sup>Cirurgiã-dentista, Mestre, Doutora em Clínica Odontológica, Professora Adjunto da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia

#### Resumo

**Introdução:** restaurações em resina composta (RC) reproduzem propriedades ópticas de dentes naturais, porém podem sofrer alterações em sua aparência, em função de características relacionadas ao material. **Objetivo:** avaliar a interferência da cor do sistema adesivo (SA) e do tipo de aparelho fotopolimerizador na coloração final de restaurações estéticas. **Metodologia:** 80 fragmentos de esmalte bovino, previamente clareados, foram distribuídos em quatro grupos: G1) SA com fotoiniciador APS + RC translúcida neutra; G2) SA com fotoiniciador APS + RC de esmalte B1; G3) SE com fotoiniciador canforoquinona + RC translúcida neutra; G4) SE com fotoiniciador canforoquinona + RC de esmalte B1. Cada grupo foi subdividido de acordo com o fotoativador utilizado (LED do tipo *monowave* ou *polywave*). As amostras receberam envelhecimento térmico e, em seguida, foi realizada a avaliação da cor da luminosidade e Delta E, em três momentos: antes da restauração (Delta E1), após a restauração (Delta E2) e após o envelhecimento térmico (Delta E3). Foi realizada análise estatística (Anova com medidas repetidas no tempo e Tukey, com alfa=5%). **Resultados:** após o envelhecimento, a luminosidade do G4 foi estatisticamente superior à do G1 e do G3. O envelhecimento térmico elevou a luminosidade na maior parte das situações testadas. A variação entre Delta E1 e Delta E2 indicou diferenças entre os grupos polimerizados pelo *polywave*, com valores significativamente menores para o G2, se comparado ao G1. **Conclusão:** a luminosidade e o Delta E das amostras não demonstraram influência da cor do SA. Por outro lado, a presença de cor na RC está diretamente relacionada com a luminosidade e o Delta E da restauração.

**Palavras-chave:** Resina composta; adesivos dentinários; polimerização.

#### Abstract

**Introduction:** Composite resin (CR) restorations reproduce the optical properties of natural teeth, but their appearance can be altered due to material-related characteristics. **Objective:** to evaluate the influence of the adhesive system (AS) colour and the type of light-curing device on the final colour of aesthetic restorations. **Methodology:** eighty previously bleached bovine enamel fragments were divided into four groups: G1) SA with APS photoinitiator + neutral translucent CR; G2) SA with APS photoinitiator + B1 enamel CR; G3) SE with camphorquinone photoinitiator + neutral translucent CR; G4) SE with camphorquinone photoinitiator + B1 enamel CR. Each group was subdivided according to the light-curing agent used (*monowave* or *polywave* LED). The samples were thermally aged, and the colour, luminosity, and Delta E were evaluated at three time points: before restoration (Delta E1), after restoration (Delta E2), and after thermal ageing (Delta E3). Statistical analysis was performed using ANOVA with repeated measures and Tukey's post hoc test ( $\alpha = 5\%$ ). **Results:** after ageing, the luminosity of G4 was statistically higher than that of G1 and G3. Thermal ageing increased luminosity in most tested conditions. The difference between Delta E1 and Delta E2 indicated a difference between the *polywave*-cured groups, with significantly lower values in G2 than in G1. **Conclusion:** the luminosity and Delta E of the samples were not influenced by the colour of the SA. On the other hand, the presence of colour in the RC is directly related to the restoration's luminosity and Delta E. **Keywords:** Composite resin; Dentin-bonding agents; Polymerisation.

#### INTRODUÇÃO

Os compósitos resinosos têm o objetivo de reproduzir, de maneira fiel, as características estéticas dos dentes naturais<sup>1</sup>. Para isso, o clínico deve atentar para

as características dos compósitos e do aparelho fotopolimerizador, oferecendo exposição radiante suficiente nos comprimentos de onda corretos de luz exigidos pelo fotoiniciador, a fim de otimizar as propriedades mecânicas, a biocompatibilidade e a estabilidade de cor ao longo do tempo<sup>2,3</sup>.

**Correspondente/Corresponding:** \*Andrea Araújo de Nóbrega Cavalcanti – End: R. Silveira Martins, 3386. Cabula, Salvador (BA), 41150-100 – E-mail: dea.cavalcanti@uol.com.br

O processo de polimerização compreende a conversão

de monômeros em polímeros, tendo como ponto de partida a formação de radicais livres<sup>4</sup>. As resinas compostas possuem, em sua composição, agentes iniciadores, que serão ativados pela luz azul<sup>5,6</sup>. A canforoquinona, fotoiniciador mais utilizado atualmente, requer um coiniciador (a amina terciária) para que o processo de polimerização seja desencadeado. Seu espectro de absorção se encontra no intervalo de 400 a 500 nm, o que demanda um equipamento fotopolimerizador que emita luz nesse comprimento de onda, na faixa azul, a exemplo dos aparelhos do tipo LED da 1ª e 2ª gerações, conhecidos como *monowave*<sup>7,8</sup>.

Contudo, a canforoquinona apresenta a desvantagem de possuir cor amarelada, o que pode causar interferência na aparência do material no qual o fotoiniciador está contido<sup>5,8-10</sup>. Outros agentes fotoiniciadores têm sido pesquisados, como fenil propanodiona (PPD)<sup>7,11,12</sup>, óxido de monoacilfosfina (MAPO), óxido de difenil(2,4,6-trimetilbenzoil) fosfina (TPO)<sup>4,12</sup> e óxido de bisacilfosfina (BAPO)<sup>13</sup>, com a intenção de substituir a canforoquinona, ou agir, em conjunto com ela, para diminuir sua concentração na matriz do monômero. No entanto, alguns fotoiniciadores podem apresentar capacidade insuficiente para fotopolimerizar materiais resinosos<sup>14</sup>, e certos fotoiniciadores alternativos deslocam espectros de absorção de luz para a faixa UV, tornando-os incompatíveis como os espectros de emissão de unidades do tipo LED *monowave*<sup>15,16</sup>.

Numa tentativa de superar o problema da incompatibilidade de absorção das emissões de luz, foram desenvolvidos os aparelhos LED *polywave*, que ampliam espectro de absorção e, conseqüentemente, o número de fotoiniciadores que podem ser ativados<sup>17-20</sup>. Porém, ainda não está claro se materiais resinosos que apresentem novos tipos de fotoiniciadores terão alterações em suas propriedades em função do tipo de fonte de luz utilizado, sua intensidade e seu comprimento de onda.

Buscando melhorar a *performance* de polimerização dos materiais resinosos, uma tecnologia denominada APS (Advanced Polymerization System – Ambar APS, FGM, Joinville, SC) foi recentemente desenvolvida. O sistema APS agrupa diferentes fotoiniciadores, que interagem entre si e permitem aumentar a capacidade de polimerização advinda da luz emitida pelos aparelhos fotoiniciadores. Visualmente, o sistema adesivo contendo APS se apresenta como incolor, o que poderia evitar uma negativa interferência estética, principalmente em restaurações ou cimentações com alto valor ou translucidez, em dentes anteriores. Porém, pouco se sabe a respeito da interferência da cor do sistema adesivo na aparência estética de restaurações de resina composta, o que justifica a realização de estudos.

Além disso, os materiais resinosos podem variar de cor durante o envelhecimento, afetando os resultados estéticos<sup>21,22</sup>. Estudos anteriores avaliaram que as propriedades físico-mecânicas e a cor das resinas compostas se alteram após polimerização com luz violeta, revelando um desempenho similar ou superior em relação à canforoquinona e a aminas terciárias<sup>23,24</sup>. Apesar da redução inicial do amarelamento, a longo prazo, a estabilidade de

cor dos compósitos com essas moléculas não está bem estabelecida<sup>25</sup>.

O objetivo do presente estudo foi realizar uma análise colorimétrica do efeito da cor de sistemas adesivos utilizados abaixo de resinas compostas em diferentes graus de translucidez. Também foi testada a eficiência na estabilidade de cor da restauração, após o envelhecimento térmico. De acordo com as hipóteses experimentais a serem testadas, espera-se que o sistema adesivo incolor traga melhora significativa sobre a coloração final da restauração de resina composta. Adicionalmente, espera-se que as fontes LED com diferentes comprimentos de onda (*polywave*) tragam benefício sobre a coloração dos compósitos, especialmente após o envelhecimento térmico.

## METODOLOGIA

### Confecção dos corpos de prova

Foi utilizada uma amostra de 80 fragmentos de esmalte bovino, obtidos após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Animal, da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, sob protocolo 55/2018.

Depois de 24 horas de submersão em solução de timol a 0,1%<sup>17</sup> (Cromato Produtos Químicos LTDA, Diadema, SP, Brasil), a face vestibular dos incisivos foi planificada e polida com lixa d'água de granulação 400 em Politriz (Arotec, Cotia, SP, Brasil), com refrigeração constante. Utilizando uma cortadeira metalográfica de precisão (Labcut Extec, Enfield CT, USA), os dentes bovinos foram seccionados, resultando em fragmentos com dimensão de 7x7x2 mm (largura, altura e profundidade). Após preparo inicial, as unidades foram clareadas para obtenção de alta luminosidade.

Foram usadas moldeiras pré-carregadas com peróxido de hidrogênio a 10% (Opalescence Go Pre-Loaded Whitening Trays Ultradent), conforme recomendação do fabricante. Os corpos de prova de incisivos bovinos foram adaptados às moldeiras pelo período de trinta minutos, duas vezes ao dia, durante 10 dias. Ao final de cada uso, foi feito o descarte da fita e realizada lavagem abundante em água (Figura1).

**Figura 1**– Amostras de esmalte bovino adaptadas à moldeira de clareamento.



Fonte: autoria própria

Após essa etapa, houve uma espera de 14 dias para a mensuração da cor dos fragmentos em um especto-fotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu, São Paulo, Brazil), e eles foram distribuídos em blocos ao acaso, pela homogeneidade de cor, configurando-se quatro grupos experimentais (n= 20). Os corpos de prova foram restaurados em incrementos únicos de 1 mm, utilizando-se a combinação de materiais descrita a seguir:

1) sistema adesivo com fotoiniciador APS (Ambar APS – FGM) + resina composta translúcida neutra (Vittra APS trans N – FGM);

2) sistema adesivo com fotoiniciador APS + resina composta com translucidez de esmalte na cor B1 (Vittra APS – FGM);

3) sistema adesivo com fotoiniciador canforoquinona (Ambar – FGM) + resina composta translúcida neutra;

4) sistema adesivo com fotoiniciador canforoquinona + resina composta com translucidez de esmalte na cor B1.

A descrição dos materiais utilizados no estudo, com as respectivas composições, está inserida no Quadro 1, e as respectivas imagens na Figura 2.

**Quadro 1 – Materiais utilizados e composição**

Material (fabricante)	Composição
Sistema adesivo incolor (Ambar APS – FGM, Dentscare Ltda, Joinville, SC, Brasil)	MDP (10-metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato) monômeros metacrílicos, composição fotoiniciadora (APS), co-iniciadores e estabilizante; carga inerte (nanopartículas de sílica) e veículo (etanol).
Sistema adesivo tradicional (Ambar – FGM, Dentscare LTDA, Joinville, SC, Brasil)	MDP, monômeros metacrílicos, fotoiniciadores, co-iniciadores e estabilizante. Ingredientes inativos: carga inerte (nanopartículas de sílica) e veículo (etanol).
Resina composta nas cores esmalte (EB1) e translúcida neutra (trans N) (Vittra APS – FGM, Dentscare Ltda, Joinville, SC, Brasil)	Mistura de monômeros metacrílicos, composição fotoiniciadora (APS), co-iniciadores, estabilizante e silano. Carga de zircônia, sílica e pigmentos.
Opalescence Go® Pre-loaded Whitening Trays – Ultradent	Moldeiras pré-carregadas com peróxido de hidrogênio a 10%, nitrato de potássio e flúor.

Fonte: autoria própria

**Figura 2 – A: resinas compostas Vittra APS. B: sistemas adesivos incolor e tradicional âmbar**



Fonte: autoria própria

Cada grupo foi subdividido (n=10), de acordo com o aparelho utilizado para fotoativação do sistema adesivo e resina composta (Quadro 2):

1) LED do tipo *monowave* – Ralii Plus®, SDI, Victoria, Australia;

2) LED do tipo *polywave* – Valo Cordless®, Ultradent, Products Inc., Sul da Jordânia, UT, EUA.

**Quadro 2 – Descrição dos fotopolimerizadores usados no presente estudo**

Unidade fotopolimerizável	Tipo	Intensidade de luz	Intervalos de tempo
Ralii Plus® (SDI, Basywater, Victoria, Australia).	LED/ <i>Monowave</i>	~1500 mW/cm <sup>2</sup>	20 segundos
Valo Cordless® (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA).	LED/ <i>Polywave</i>	~1000 a 3200 a W/cm <sup>2</sup>	5, 10, 15 e 20 segundos

Fonte: autoria própria

Após a profilaxia dos dentes com pedra-pomes e água, foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico (Condac 37 – FGM) por 15 segundos. Lavou-se a

superfície com água em abundância e secou-se, mantendo o corpo de prova levemente úmido. Dispensou-se o respectivo adesivo diretamente sobre um microaplicador

descartável (Cavibrush – FGM), aplicando duas camadas do adesivo nas superfícies do tecido dental levemente úmido. A primeira camada foi aplicada friccionando vigorosamente o adesivo com o microaplicador embebido de produto, durante 10 segundos. Na sequência, aplicou-se a segunda camada de adesivo durante mais 10 segundos e realizou-se leve jato de ar por 10 segundos para evaporação do solvente, seguido de fotoativação por 10 segundos.

Logo após os procedimentos adesivos, uma matriz de silicone (Perfil Putty, Coltene Whaledent AG, Switzerland) com diâmetro interno de 8 mm e altura de 3 mm foi posicionada sobre a superfície de cada corpo de prova. A resina composta, na cor relativa a cada grupo, foi inserida em um único incremento de 1 mm no interior da matriz. Uma tira de poliéster foi colocada sobre o material para acomodá-lo e manter uma superfície lisa e uniforme. Um peso de 500 g foi posicionado sobre a tira durante 30 segundos para extravasamento do excesso de material. Após a remoção do peso, a resina composta foi fotoativada por 20 segundos, em contato direto com a tira. Todo o procedimento foi realizado conforme recomendação do fabricante.

Os corpos de prova foram armazenados por 24 horas em umidade relativa a 37 °C, livres do contato com a luz. Depois desse período, foi feita a segunda avaliação de cor.

### Ciclagem térmica

Após as leituras iniciais de cor dos corpos de prova, eles foram envelhecidos utilizando-se uma máquina de simulação de ciclos térmicos, MSCT-3e (Elquip, São Carlos, SP, Brasil), com ciclos alternados, em água deionizada, nas temperaturas de 5° e de 55 °C, durante 30 segundos por cada tempo de permanência. Um total de 5.000 ciclos foram utilizados para mudança de cor.

Nova mensuração de cor foi feita após o envelhecimento térmico.

### Avaliação de cor

As avaliações colorimétricas foram realizadas em três momentos: antes e depois do procedimento restaurador e após a ciclagem térmica.

As medidas quantitativas de cor foram realizadas em um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu), utilizando-se o programa UV Probe, no qual foram obtidos espectros de refletância dos corpos de prova, em um espectro de luz visível de 380 a 780 nm.

Para realizar essa avaliação, os corpos de prova foram posicionados sobre um fundo branco (sulfato de bário), com o auxílio de um gabarito que permite a reprodução de seu posicionamento. Em seguida, as curvas espectrais obtidas a partir da leitura de cada corpo de prova foram transportadas para o programa Color Analysis, para avaliação de cor, seguindo-se os parâmetros do sistema CIEL\*a\*b\* (Commission Internationale de L'Éclairage), com padronização do iluminante D65.

O referido sistema corresponde a um universo de cor tridimensional, no qual os eixos são identificados por L\*, a\* e b\*. As distâncias equivalentes entre as coordenadas correspondem às diferenças de cores semelhantes, em sua percepção. O eixo L\* representa a luminosidade de um objeto e é quantificado em uma escala que varia de zero (preto puro) até 100 (branco puro). As coordenadas a\* e b\* representam as características cromáticas do objeto ao longo dos eixos verde-vermelho e amarelo-azul, respectivamente.

Os parâmetros L\* (luminosidade), a\* (variação verde-vermelho) e b\* (variação azul-amarelo) foram analisados separadamente, e os respectivos valores foram utilizados para o cálculo da variação total de cor ( $\Delta E$ ), aplicando-se a fórmula:  $\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$ .

Os valores obtidos nas análises de cor foram utilizados para o cálculo da variação total de cor  $\Delta E_1$ ,  $\Delta E_2$  e  $\Delta E_3$ , que correspondem à variação entre cor inicial e após restauração, cor inicial e após envelhecimento artificial acelerado, e cor após restauração e após envelhecimento, respectivamente.

### Análise estatística

Para confirmar se a distribuição em blocos ao acaso havia garantido semelhança entre os grupos experimentais no período inicial, uma primeira análise estatística foi realizada com os dados de luminosidade. Utilizou-se a análise de variância a um critério de classificação.

Após a realização do estudo, foi realizada a análise exploratória dos dados de “delta E” e da “luminosidade”, para verificação de normalidade na distribuição entre grupos (Shapiro-Wilk;  $p > 0,05$ ) e demais parâmetros da análise de variância (ANOVA). A análise estatística inferencial dos dados obtidos foi realizada pela ANOVA, em esquema fatorial (4x2), com parcela subdividida no tempo. O teste *post-hoc* de Tukey foi usado para comparações múltiplas, em médias. As análises foram realizadas no programa estatístico SAS 9.1 e SANEST, com nível de significância de 5%.

### RESULTADOS

De acordo com a análise estatística dos dados de luminosidade, não foi verificada interação significativa entre os três fatores estudados ( $p = 0,18$ ). Entretanto, foi estatisticamente significativa a interação dupla entre os fatores restauração *versus* tempo ( $p = 0,001$ ). Não foram encontradas alterações promovidas pelos aparelhos. A interação significativa foi desdobrada pelo teste de Tukey e se encontra registrada na Tabela 1.

No período inicial e após a restauração, não houve diferenças na luminosidade entre grupos. No entanto, após o envelhecimento, o grupo com sistema adesivo com fotoiniciador APS e resina composta com translucidez de esmalte na cor B1 (G2) e o grupo com sistema adesivo com fotoiniciador canforoquinona e resina composta B1 (G4) apresentaram uma luminosidade superior à dos demais.

Quando os tempos foram comparados dentro de cada grupo, notou-se que, no G1, houve queda de luminosidade após a restauração, mantendo-se semelhante após o envelhecimento. No G2, G3 e G4, o mesmo efeito

foi observado após a restauração (queda da luminosidade). Entretanto, após o envelhecimento, a luminosidade retornou a valores próximos dos iniciais.

**Tabela 1** – Média (desvio padrão) da luminosidade mensurada em função do tipo de restauração, do aparelho fotopolimerizador e do tempo.

GRUPO	APARELHO	Tempo					
		Inicial	Antes do envelhecimento	Após envelhecimento			
Sistema adesivo com fotoiniciador APS + Resina composta incolor.	Monowave	63,9 (3,01)	Aa	62,4 (1,34)	Ab	63,6 (2,25)	Cb
	Polywave	64,0 (3,02)		61,2 (2,58)		61,07 (2,0)	
Sistema adesivo com fotoiniciador APS + Resina composta com translucidez de esmalte na cor B1.	Monowave	64,2 (2,92)	Aab	64,8 (3,11)	Ab	65,80 (2,34)	Aba
	Polywave	64,3 (2,83)		62,8 (2,11)		65,05 (1,95)	
Sistema adesivo com fotoiniciador canforoquinona + Resina composta incolor.	Monowave	64,4 (2,90)	Aa	63,1 (1,57)	Ab	63,2 (1,96)	BCab
	Polywave	64,6 (2,92)		62,8 (3,40)		63,8 (3,43)	
Sistema adesivo com fotoiniciador canforoquinona + Resina composta com translucidez de esmalte na cor B1	Monowave	64,8 (3,07)	Aa	63,9 (1,48)	Ab	65,2 (2,55)	Aa
	Polywave	65,0 (3,02)		63,2 (2,20)		66,1 (2,26)	

Nota – Médias seguidas de letras distintas representam significância estatística (ANOVA fatorial com parcela subdividida/Tukey; alfa=5%). Letras maiúsculas comparam diferenças entre os tipos de restauração dentro de cada nível de tempo e aparelho. Letras minúsculas comparam tempos dentro de cada nível de tipo de restauração e aparelho.

Fonte: dados da pesquisa

A análise estatística dos dados de Delta E indicou interação significativa entre os três fatores estudados ( $p=0,005$ ), a qual foi desdobrada pelo teste de Tukey e se encontra registrada na Tabela 2.

No grupo do sistema adesivo com fotoiniciador APS e resina composta incolor polimerizado pelo aparelho *monowave*, não foram notadas significativas diferenças na variação total de cor entre os três deltas testados. Porém, quando esse grupo foi fotoativado pelo aparelho *polywave*, a variação de cor obtida no Delta 3 foi significativamente inferior à dos demais deltas.

Nos demais grupos, independentemente do aparelho fotoativador, não foram notadas diferenças significativas

nos valores de variação total de cor dos três deltas.

Quando os grupos foram comparados dentro do Delta E1, nota-se que não há diferença entre os valores quando o aparelho de fotoativação foi o *monowave*. Entretanto, nos grupos polimerizados pelo *polywave*, houve, significativamente, menor variação de cor no grupo com adesivo APS e resina composta EB1 (G2), se comparado ao G1. Os demais grupos apresentaram valores intermediários. A mesma situação foi encontrada na comparação entre os grupos feita no Delta E2.

Finalmente, no Delta E3, não foram notadas diferenças entre os grupos, independentemente do aparelho fotopolimerizador utilizado.

**Tabela 2** – Média (desvio padrão) da variação total de cor (Delta E) mensurada em função do tipo de restauração, do aparelho fotopolimerizador e do tempo.

Grupo	Aparelho	Delta E1 (antes do envelhecimento – inicial)	Delta E2 (após envelhecimento – inicial)	Delta E3 (após envelhecimento – antes do envelhecimento)
Sistema adesivo com fotoiniciador APS + Resina composta incolor.	Monowave	4,21 (1,01) Aa	5,42 (2,88) Aa	4,35 (1,25) Aa
	Polywave	5,75 (2,4) Aa	6,98 (1,7) Aa	3,35 (1,26) Ab
Sistema adesivo com fotoiniciador APS + Resina composta com translucidez de esmalte na cor B1.	Monowave	4,83 (1,9) Aa	5,04 (1,08) Aa	3,63 (0,93) Aa
	Polywave	3,35 (2,2) Ba	4,25 (1,92) Ba	4,28 (0,63) Aa
Sistema adesivo com fotoiniciador canforoquinona + Resina composta incolor.	Monowave	3,26 (1,48) Aa	4,98 (2,74) Aa	3,27 (1,1) Aa
	Polywave	4,44 (2,09) ABa	5,67 (2,35) Aba	4,21 (1,9) Aa
Sistema adesivo com fotoiniciador canforoquinona + Resina composta com translucidez de esmalte na cor B1.	Monowave	4,49 (2,33) Aa	4,3 (2,12) Aa	2,86 (1,37) Aa
	Polywave	3,85 (2,14) ABa	5,12(1,95) Aba	4,73 (0,75) Aa*

Nota – Médias seguidas de letras distintas representam significância estatística (ANOVA fatorial com parcela subdividida/Tukey; alfa=5%). Letras maiúsculas comparam diferenças entre os tipos de restauração dentro de cada nível de tempo e aparelho. Letras minúsculas comparam tempos dentro de cada nível de tipo de restauração e aparelho. Asteriscos representam diferenças entre aparelhos dentro de cada nível de tipo de restauração e tempo.

Fonte: autoria própria

## DISCUSSÃO

A primeira hipótese da pesquisa, de que o comprimento de onda da luz emitida (*monowave* ou *polywave*) afetaria a aparência das restaurações de resina composta foi parcialmente rejeitada, uma vez que não foram encontradas alterações promovidas pelo aparelho sobre a luminosidade, embora, na avaliação do delta E, foram encontradas alterações de cor no grupo sistema adesivo com fotoiniciador canforoquinona e resina composta com translucidez de esmalte na cor B1, com o *polywave*.

Oliveira *et al.*<sup>12</sup> (2015) avaliaram o efeito da canforoquinona e fotoiniciadores alternativos BAPO e TPO na polimerização e estabilidade de cor de compósitos resinosos, utilizando diferentes aparelhos LED (*monowave* e *polywave*), e concluíram que, após o envelhecimento, os compósitos com canforoquinona ficaram mais amarelos e tiveram maior eficiência de polimerização quando a luz usada foi *monowave*. Assim, esperava-se que o aparelho *monowave* iria favorecer o sistema adesivo com canforoquinona, e o aparelho *polywave* favoreceria o sistema adesivo alternativo. No entanto, a mudança de cor parece estar mais associada à translucidez ou à presença de cor da resina composta do que à cor do sistema adesivo.

A estabilidade de cor é uma propriedade importante dos compósitos resinosos, e vários fatores podem influenciá-la. Por isso, alguns métodos, como o envelhecimento artificial acelerado, são utilizados em estudos laboratoriais para induzir a mudança de cor nos materiais resinosos<sup>26,27</sup>. Para avaliar a estabilidade de cor simulando condições clínicas, temperatura e umidade, pode ser utilizado o envelhecimento com variações de luz ultravioleta (UV) ou a termociclagem. Esse último método inclui variações térmicas padronizadas, em um ambiente úmido com água deionizada, que se assemelha às variações térmicas da cavidade oral<sup>28</sup>.

Em sua revisão sistemática, Morresi *et al.*<sup>29</sup> (2014) compilaram estudos experimentais que utilizavam um tempo de ciclagem térmica para simular o envelhecimento fisiológico vivenciado por biomateriais na prática clínica. Relataram que a maioria dos estudos utilizava seus próprios procedimentos, mostrando apenas certa consistência na temperatura de 5° a 55 °C, e uma grande variabilidade no número de ciclos e no tempo de permanência. Concluíram que a escolha dos parâmetros de ciclagem térmica parece ter sido feita por conveniência, impossibilitando comparações e análises dos resultados com os de outros estudos.

Gale, Darvell<sup>30</sup> (1999) postularam que aproximadamente 10.000 ciclos térmicos correspondem a 1 ano de função clínica. Essa estimativa se baseia na hipótese de que podem ocorrer de 20 a 50 ciclos por dia. No presente estudo, optou-se pela realização de 5.000 ciclos térmicos alternados, em água deionizada a 5° e 55 °C, durante 30 segundos por cada tempo de permanência, assim como nos trabalhos de Kuroda *et al.*<sup>31</sup> (2012), Schmage, Nergiz,

Markopoulou, Pfeiffer<sup>32</sup> (2012), Dimitrouli, Geurtsen, Lührs<sup>33</sup> (2012).

O envelhecimento artificial acelerado comprometeu a avaliação da cor, uma vez que as coordenadas CIELa\*b\* dos grupos foram significativamente diferentes após serem submetidas ao envelhecimento. Estabilidade de cor é importante propriedade dos compósitos, e vários fatores estão associados a alterações dessa propriedade, inclusive a espessura do material<sup>34</sup>. Todavia, houve padronização da espessura dos compósitos no presente estudo.

A luminosidade é a dimensão da cor que representa uma escala que varia de zero (preto puro) até 100 (branco puro)<sup>12</sup>. No presente estudo, os valores de luminosidade sugerem que as características estéticas do envelhecimento podem estar mais ligadas ao tipo de resina composta do que ao sistema adesivo utilizado.

O estudo *in vitro* apresenta uma relevância clínica, e, considerando as limitações e os diferentes comportamentos dos materiais testados, mais estudos se fazem necessários acerca das características e limitações dos fotoiniciadores alternativos, sua eficiência de polimerização e estabilidade da cor.

## CONCLUSÃO

De acordo com as limitações do presente estudo *in vitro*, pode-se concluir que a luminosidade e a variação de cor das restaurações não apresentaram variação em função da cor do sistema adesivo e do aparelho fotopolimerizador utilizado. No entanto, verificou-se uma relação direta com a presença de cor na camada de resina composta.

## REFERÊNCIAS

1. Paravina RD, Pereira Sanchez N, Aleksic A, Dramicanin M. Whitening-dependent changes of fluorescence of extracted human teeth. *J Esthet Restor Dent*. 2017 Sep; 29(5):352-5. doi: 10.1111/jerd.12322
2. Barutçigil Ç, Yıldız M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *J Dent*. 2012 Jul;40(1):7-63. doi: 10.1016/j.jdent.2011.12.017
3. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 2006;25:371-6.
4. Abate PF, Zahra VN, Macchi RL. Effect of photopolymerization variables on composite hardness. *J Prosthet Dent*. 2001 Dec;86(6):632-5. doi: 10.1067/mpr.2001.120843
5. Rueggeberg FA. State-of-the-art: dental photocuring--a review. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1):39-52. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.021
6. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *J Dent Res*. 2015 Sep;94(9):1179-86. doi: 10.1177/0022034515594786
7. Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *J Esthet Dent*. 2000;12(6):300-8. doi: 10.1111/j.1708-8240.2000.tb00239.x
8. Jandt KD, Mills RW. A brief history of LED photopolymerization. *Dent Mater*. 2013 Jun;29(6):605-17. doi: 10.1016/j.dental.2013.02.003

9. Chae KH, Sun GJ. Phenylpropanedione; A new visible light photosensitizer for dental composite resin with higher efficiency than camphorquinone. *Bull Korean Chem Soc* 1998;19:152-4.
10. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater*. 2013 Feb;29(2):139-56. doi: 10.1016/j.dental.2012.11.005
11. Cook WD. Factors affecting the depth of cure of UV-polymerized composites. *J Dent Res*. 1980 May;59(5):800-8. doi: 10.1177/00220345800590050901
12. Oliveira DC de, Rocha MG, Gatti A, Correr AB, Ferracane JL, Sinhoret MA. Effect of different photoinitiators and reducing agents on cure efficiency using different LED wavelengths. *J Dent*. 2015 Dec;43(12):1565-72. doi: 10.1016/j.jdent.2015.08.015
13. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int*. 1991 May;22(5):377-86.
14. Price RBT. Light curing in dentistry. *Dent Clin North Am*. 2017 Oct;61(4):751-78. doi: 10.1016/j.cden.2017.06.008
15. Arikawa H, Takahashi H, Kanie T, Ban S. Effect of various visible light photoinitiators on the polymerization and color of light-activated resins. *Dent Mater J*. 2009 Jul;28(4):454-60. doi: 10.4012/dmj.28.454
16. Santini A. Current status of visible light activation units and the curing of light-activated resin-based composite materials. *Dent Update*. 2010 May;37(4):214-6. doi: 10.12968/denu.2010.37.4.214
17. Lunardi N, Correr AB, Rastelli AN, Lima DA, Consani RL. Spectrophotometric evaluation of dental bleaching under orthodontic bracket in enamel and dentin. *J Clin Exp Dent*. 2014 Oct 1;6(4):e321-6. doi: 10.4317/jced.51168
18. Santini A, Miletic V, Swift MD, Bradley M. Degree of conversion and microhardness of TPO-containing resin-based composites cured by polywave and monowave LED units. *J Dent*. 2012 Jul;40(7):577-84. doi: 10.1016/j.jdent.2012.03.007
19. Farzad A, Kasraei S, Haghi S, Masoumbeigi M, Torabzadeh H, Panahandeh N. Effects of 3 different light-curing units on the physico-mechanical properties of bleach-shade resin composites. *Restor Dent Endod*. 2022 Feb 7;47(1):9. doi: 10.5395/rde.2022.47.9
20. Lima RBW, Melo AMDS, Dias JDN, Barbosa LMM, Santos JVDN, Souza GM, et al. Are polywave light-emitting diodes more effective than monowave ones in the photoactivation of resin-based materials containing alternative photoinitiators? A systematic review. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2023 Jul;143:105905. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.105905
21. Almeida JR, Schmitt GU, Kaizer MR, Boscato N, Moraes RR. Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *J Prosthet Dent*. 2015 Aug;114(2):272-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.01.008
22. Turgut S, Bagis B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *J Dent*. 2011 Dec;39(3):57-64. doi: 10.1016/j.jdent.2011.11.006
23. Giorgi MCC, Vogt AP, Corneta CJ, Velo MMAC, Lima DANL, Baron GMM, et al. Influence of a hydrophobic monomer on the physical and mechanical properties of experimental surface sealants. *Braz Oral Res*. 2018 Oct 11; 32:108. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0108
24. Ely C, Schneider LF, Ogliaeri FA, Schmitt CC, Corrêa IC, Lima Gda S, et al. Polymerization kinetics and reactivity of alternative initiators systems for use in light-activated dental resins. *Dent Mater*. 2012 Dec;28(12):1199-206. doi: 10.1016/j.dental.2012.08.009
25. Silami FD, Mundim FM, Garcia Lda F, Sinhoreti MA, Pires-de-Souza Fde C. Color stability of experimental composites containing different photoinitiators. *J Dent*. 2013 Aug;41(3):62-6. doi: 10.1016/j.jdent.2012.10.009
26. Kilinc E, Antonson SA, Hardigan PC, Kesercioglu A. Resin cement color stability and its influence on the final shade of all-ceramics. *J Dent*. 2011 Jul;(39)1:0-6. doi: 10.1016/j.jdent.2011.01.005
27. Salgado VE, Rego GF, Schneider LF, Moraes RR, Cavalcante LM. Does translucency influence cure efficiency and color stability of resin-based composites? *Dent Mater*. 2018 Jul;34(7):957-66. doi: 10.1016/j.dental.2018.03.019
28. Arikawa H, Takahashi H, Kanie T, Ban S. Effect of various visible light photoinitiators on the polymerization and color of light-activated resins. *Dent Mater J*. 2009 Jul;28(4):454-60. doi: 10.4012/dmj.28.454
29. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, Monaco A. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2014 Jan; 29:295-308. doi: 10.1016/j.jmbbm.2013.09.013
30. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999 Feb;27(2):89-99. doi: 10.1016/s0300-5712(98)00037-2
31. Kuroda S, Yokoyama D, Shinya A, Gomi H, Shinya A. Measuring the effects of water immersion conditions on the durability of fiber-reinforced hybrid composite resin using static and dynamic tests. *Dent Mater J*. 2012;31(3):449-57. doi: 10.4012/dmj.2011-197
32. Schmage P, Nergiz I, Markopoulou S, Pfeiffer P. Resistance against pull-out force of prefabricated coated FRC posts. *J Adhes Dent*. 2012 Apr;14(2):175-82. doi: 10.3290/j.jad.a22422
33. Dimitrouli M, Geurtsen W, Lührs AK. Comparison of the push-out strength of two fiber post systems dependent on different types of resin cements. *Clin Oral Investig*. 2012 Jun;16(3):899-908. doi: 10.1007/s00784-011-0571-6
34. Oliveira DC, Souza-Júnior EJ, Prieto LT, Coppini EK, Maia RR, Paulillo LA. Color stability and polymerization behavior of direct esthetic restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2014 Jul-Aug;26(4):288-95. doi: 10.1111/jerd.12113

Data de entrega dos originais: 19 de outubro de 2024