

Estabilidade de cor da resina composta quando submetida a diferentes intensidades de luz e soluções corantes

Color stability of composite resin when submitted to different light intensities and coloring solutions

Estabilidad del color de la resina compuesta ante diferentes intensidades de luz y soluciones de coloración

Recebido: 19/09/2022 | Revisado: 29/09/2022 | Aceitado: 02/10/2022 | Publicado: 09/10/2022

Andressa Cristina da Silva Queiroz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3850-0767>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: andressacsq2@gmail.com

Rafael Antonio de Oliveira Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-3294>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: rafael.antonio@unesp.br

Renata Pedrosa Guimaraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3504-8998>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: renata.guimaraes@ufpe.br

Alexandre Batista Lopes do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5546-0424>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: alexandre.nascimento@ufpe.br

Hilcia Mezzalira Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8556-2018>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: hilcia.teixeira@ufpe.br

Resumo

O objetivo desse estudo consistiu em avaliar a estabilidade de cor da resina composta quando submetida a diferentes intensidades de fotopolimerização e substâncias corantes. Foi realizado um estudo *in vitro* com amostras (n=50) de resina microhíbrida (Spectro Basic, Dentsply Sirona) aleatorizadas em 10 grupos, conforme a distância de fotopolimerização (D1: 0 mm e D2: 8 mm) e as soluções corantes (soro fisiológico, café, suco de uva, refrigerante de laranja e chá). Os dados foram tabulados e analisados por meio do software IBM SPSS. Foram aplicados testes conforme a normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e a homoscedasticidade (teste de Levene) e, após essas análises, foi realizado o teste de ANOVA à 1 critério com uma medida repetida, seguido do pós-teste de Sidak. O nível de significância foi fixado em 5%. As diferenças entre a cor inicial e final (ΔWI_D) foram avaliadas e a mudança de cor foi expressa através do índice de clareamento (WI_D). O tempo de imersão das amostras nas substâncias foi de 2 meses. Os limites de perceptibilidade e aceitabilidade foram, respectivamente, 0,72 e 2,60 unidades WI_D . Os valores de $p_{soluções}$, p_{time} e $p_{distância}$ foram significativos (<0,0001). Maiores valores de ΔWI_D foram observados no grupo refrigerante de laranja ($\Delta WI_D = -52,19$) e grupo chá ($\Delta WI_D = -25,23$). Concluiu-se que o refrigerante de laranja e o chá foram as bebidas que mais alteraram a cor da resina composta. E a distância de fotopolimerização que obteve a melhor estabilidade de cor da resina foi de 0 mm.

Palavras-chave: Soluções corantes; Resina composta; Fotopolimerização; Materiais dentários; Odontologia.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the color stability of the composite resin when subjected to different intensities of light curing and coloring substances. An *in vitro* study was carried out with samples (n=50) of microhybrid resin (Spectro Basic, Dentsply Sirona) randomized into 10 groups, according to the light curing distance (D1: 0 mm and D2: 8 mm) and the dye solutions (serum saline, coffee, grape juice, orange soda and tea). Data were tabulated and analyzed using IBM SPSS software. Tests were applied according to normality (Shapiro-Wilk test) and homoscedasticity (Levene test) and, after these analyses, the 1-way ANOVA test was performed with a repeated measure, followed by the Sidak post-test. The significance level was set at 5%. The differences between the initial and final color (ΔWI_D) were evaluated and the color change was expressed through the whitening index (WI_D). The immersion time of the samples in the substances was 2 months. The limits of perceptibility and acceptability were, respectively, 0.72 and 2.60 WI_D .

units. The values of $p_{\text{solutions}}$, p_{time} and p_{distance} were significant (<0.0001). Higher ΔWID values were generally observed in the orange soda group ($\Delta\text{WID} = -52.19$) and tea group ($\Delta\text{WID} -25.23$). It was concluded that orange soda and tea were the drinks that most changed the color of the composite resin. And the light-curing distance that obtained the best color stability of the resin was 0 mm.

Keywords: Coloring agents; Composite resin; Dental curing lights; Dental materials; Dentistry.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la estabilidad del color de la resina compuesta cuando se somete a diferentes intensidades de fotopolimerización y sustancias colorantes. Se realizó un estudio *in vitro* con muestras ($n=50$) de resina microhíbrida (Spectro Basic, Dentsply Sirona) aleatorizadas en 10 grupos, según la distancia de fotopolimerización (D1: 0 mm y D2: 8 mm) y las soluciones colorantes (suero salino, café, jugo de uva, refresco de naranja y té). Los datos fueron tabulados y analizados utilizando el software IBM SPSS. Se aplicaron pruebas de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (prueba de Levene) y, tras estos análisis, se realizó la prueba ANOVA de 1 vía con medida repetida, seguida del post-test de Sidak. El nivel de significación se fijó en el 5%. Se evaluaron las diferencias entre el color inicial y final (ΔWID) y se expresó el cambio de color a través del índice de blanqueamiento (WID). El tiempo de inmersión de las muestras en las sustancias fue de 2 meses. Los límites de perceptibilidad y aceptabilidad fueron, respectivamente, 0,72 y 2,60 unidades WID. Los valores de $p_{\text{soluciones}}$, p_{tiempo} y $p_{\text{distancia}}$ fueron significativos ($<0,0001$). En general, se observaron valores más altos de ΔWID en el grupo de refrescos de naranja ($\Delta\text{WID} = -52,19$) y el grupo de té ($\Delta\text{WID} -25,23$). Se concluyó que la gaseosa de naranja y el té fueron las bebidas que más cambiaron el color de la resina compuesta. Y la distancia de fotopolimerización que obtuvo la mejor estabilidad de color de la resina fue de 0 mm.

Palabras clave: Soluciones colorantes; Resina compuesta; Fotopolimerización; Materiales dentales; Odontología.

1. Introdução

A resina composta é um material bastante empregado na Odontologia estética por apresentar resultados satisfatórios tanto para restaurações anteriores quanto posteriores (Demarco et al., 2017; Gouveia et al., 2018; Freitas et al., 2018; Borgia E., et al., 2019). Boa adesão, preservação da estrutura dental sadia e capacidade de mimetização das características anatômicas e cromáticas dos dentes, são algumas das vantagens desse compósito (Boaventura & Basílio, 2021).

Esse material apresenta três componentes principais: a matriz resinosa (orgânica), partículas de carga (inorgânicas e de preenchimento) e o agente de união (silano) (Boaventura & Basílio, 2021). Na matriz orgânica encontram-se os monômeros que sob influência dos sistemas fotoiniciadores formam longas cadeias de polímeros, originados do processo de polimerização (Boaventura & Basílio, 2021). O grau de conversão é um aspecto físico-químico que precisa ser respeitado para que a resina atinja melhores propriedades mecânicas (Borges, et al., 2015; Boaventura & Basílio, 2021; Bezerra et al., 2021).

Fatores como o tempo de fotopolimerização, a distância entre a fonte de luz e a superfície da resina e o correto posicionamento e direcionamento do aparelho, são fatores diretamente ligados à irradiância e à energia radiante oriundas da unidade fotopolimerizadora (Boaventura & Basílio, 2021; Bezerra et al. 2021). A falha na polimerização resulta em perda do desempenho mecânico e diminuição da biocompatibilidade, devido a maior degradação da matriz orgânica e exposição das partículas de carga (Baggio et al., 2008; Barbon et al., 2015). Como consequência, a resina composta apresenta aumento da rugosidade da superfície, favorecendo o acúmulo de biofilme, desfavorecendo a longevidade do material, tornando-se mais vulnerável a pigmentação externa (Silva, V.A. et al., 2018; Boaventura & Basílio, 2021; Bezerra et al., 2021).

Diante da prolongada exposição da resina composta ao meio oral, sua cor pode ser alterada. Essa suscetibilidade da resina composta a alteração de cor se deve ao grau de sorção de água e um dos fatores intrínsecos mais expressivo é a oxidação do monômero ao longo do tempo (Abdallah et al., 2014). Os fatores extrínsecos estão relacionados aos corantes de bebidas e comidas, o pH dessas substâncias, o tempo de imersão e a qualidade de higiene bucal do paciente (Abdallah et al., 2014; Bagheri, et al., 2014; Agnihotry et al., 2014; Tan et al., 2015; Backes et al., 2020).

Algumas bebidas afetam significativamente a microinfiltração do material de resina nanocompósito e quanto maior frequência de consumo desses líquidos, maior o risco da formação de trincas nas restaurações (Katge et al., 2016). Katge et al. (2016) concluíram que o refrigerante causou maior microinfiltração, seguido por suco de frutas frescas e suco de fruta artificial.

Essa microinfiltração corresponde a uma passagem de bactérias, fluidos, moléculas e íons, acarretando o surgimento de manchas nas margens das restaurações, além de cárie secundária, sensibilidade e outros problemas. A microinfiltração ocorre devido a degradação do material de resina, influenciado pelo pH mais baixo que altera sua microestrutura, criando poros na massa de resina (Soares-Geraldo et al., 2011; Mota et al., 2020). O pH crítico de 4 é necessário para causar erosão do esmalte e microinfiltração de materiais restauradores (Edwards et al., 1999). Atualmente, muitas bebidas ingeridas pela população apresentam potencial ácido e são cariogênicas (Abdallah et al., 2014). Diante disso, é importante que seja fornecido um aconselhamento dietético adequado ao paciente, sobre os efeitos do consumo dessas bebidas na sua saúde e estética bucal (Abdallah et al., 2014).

Os defeitos em restaurações relacionados à incompatibilidade de cores e manchas superficiais ou marginais são facilmente percebidos pelos pacientes, influenciando negativamente em sua percepção (Demarco et al., 2017). Conseqüentemente, a substituição da restauração pode ser indicada, porém pode ser considerado um tratamento estressante, pelo tempo e dinheiro investidos, além do desgaste de mais estrutura dental (Agnihotry et al., 2014).

Por conseguinte, a ciência da cor apresenta um importante papel na área da pesquisa e clínica odontológica (Pérez et al., 2007; Pecho et al., 2016). Para poder avaliar a estabilidade de cor de um corpo resinoso, existe o modo científico que é constituído de dois métodos: o visual (qualitativo) e a metodologia científica instrumental (quantitativa) (Joiner, 2004; Polli, et al., 2014). Para avaliar a brancura de um material, pode-se aplicar a fórmula do índice de clareamento (WI_D). Ela consiste em uma formulação linear simples, obtida a partir dos valores das três coordenadas cromáticas (L^* , a^* e b^*), no qual resultados positivos altos indicam maior brancura da amostra, enquanto valores baixos, incluindo os negativos, indicam amostras mais escurecidas (Pérez et al., 2015; Mada et al., 2018; Vidal et al., 2020).

Portanto, esse trabalho avaliou a estabilidade de cor da resina composta quando submetida a diferentes intensidades de fotopolimerização e soluções corantes (soro fisiológico, café, suco de uva, refrigerante de laranja e chá), por meio da fórmula do índice de clareamento (WI_D). A hipótese nula é de que a distância de fotopolimerização, as bebidas corantes e o tempo de imersão, não influenciam na estabilidade de cor da resina composta.

2. Metodologia

2.1 Divisão dos grupos experimentais

Essa pesquisa foi desenvolvida no Núcleo de Pesquisa Clínica em Biomateriais da UFPE. Inicialmente, foi realizada a padronização do nível de bateria de um aparelho fotopolimerizador de LED Rádii-Cal (SDI). Para isso, suas baterias foram totalmente descarregadas e logo em seguida conectadas a uma fonte de energia elétrica para obtenção da sua carga total (100% do nível da bateria), totalizando 4 horas de carga, segundo as instruções do fabricante (Ribeiro, 2017).

Com o aparelho devidamente carregado, foi então contabilizado o número de ciclos de 25 segundos no modo contínuo (intensidade máxima e constante) que o aparelho conseguiu realizar até que estivesse totalmente descarregado. Dessa forma, foi obtido um total médio de 322 ciclos com nível de bateria em 100% (Ribeiro, 2017).

A distância da fonte de luz à resina foi padronizada por uma matriz de acrílico com as distâncias pré-estabelecidas (D1: 0 mm, D2: 8 mm) (Figura 1A). Em seguida, foi realizado as aferições da intensidade de luz emitida, através de um radiômetro (Hilux LedMax) para cada distância da fonte de luz à resina (0 mm e 8 mm) (Figuras 1B e 1C).

Figuras. 1A - Matriz acrílica para a padronização das distâncias de fotopolimerização; 1B e 1C - Fotopolimerizador Radii-cal e aferições da intensidade de luz emitida por meio do radiômetro (Hilux LedMax), à distância de 0 mm (A) e 8 mm (B).



Fonte: Autores.

Foram confeccionadas 50 amostras, empregando a resina composta microhíbrida universal com nanopartículas - Spectro Basic (Dentsply Sirona), distribuídas de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1. Divisão dos grupos de acordo com a distância da fonte de luz em relação a amostra, intensidade de luz, modo de preparo e nome comercial.

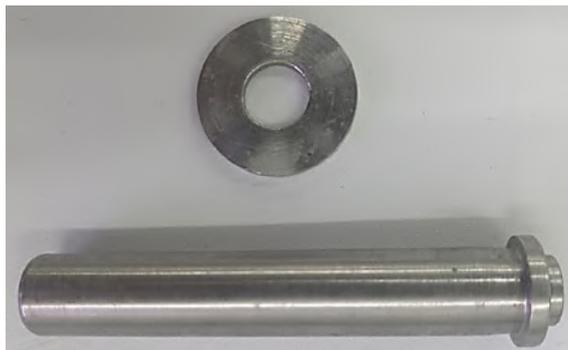
| Soluções | Grupos | Distância de fotopolimerização (mm) | Intensidade de luz (mW/cm ²) | Modo de preparo | Nome comercial |
|----------------|--------|-------------------------------------|--|--|--|
| Controle | GC0 | 0 mm | ~1788,6 | 40 mL de soro fisiológico | Soro fisiológico |
| | GC8 | 8 mm | ~104 | | |
| Café Solúvel | GCS0 | 0 mm | ~1780 | 40 mL de café (duas colheres de café para 60 mL de água) | Nescafé (Nestlé) |
| | GCS8 | 8 mm | ~93,6 | | |
| Suco de Uva | GSU0 | 0 mm | ~1784,3 | 40 mL de suco | Suco de uva (Del Valle) |
| | GSU8 | 8 mm | ~112,3 | | |
| Fanta laranja | GFL0 | 0 mm | ~1785 | 40 mL de refrigerante | Refrigerante a base de laranja (Coca Cola) |
| | GFL8 | 8 mm | ~114,3 | | |
| Chá Matte Leão | GCM0 | 0 mm | ~1787,3 | 40 mL de chá | Chá (Matte Leão) |
| | GCM8 | 8 mm | ~97,3 | | |

Fonte: Autores.

2.2 Seleção e preparo das amostras

A resina selecionada foi a microhíbrida universal com nanopartículas - Spectro Basic (Dentsply Sirona), na cor A3,5 (escala de cor Classical Vita), lote 362259L, 4,0 g. Com o objetivo de padronizar a confecção das amostras e evitar a dispersão da luz através delas, foi confeccionada uma matriz metálica composta por duas partes rosqueáveis, apresentando na parte central um orifício com 8 mm de diâmetro por 2 mm de profundidade. Foi confeccionado também um dispositivo metálico para remover a amostra da matriz (Figura 2).

Figura 2. Matriz metálica e dispositivo metálico utilizados para confecção das amostras.



Fonte: Autores.

Foram confeccionadas 50 amostras. A resina foi inserida na matriz pela técnica incremento único com o auxílio da espátula Suprafill (Golgran), tomando cuidado para evitar a inclusão de bolhas de ar durante a inserção do compósito resinoso. Uma tira de poliéster foi posicionada sobre a cavidade preenchida pela resina composta e colocada sobre ela uma placa de vidro de 20 mm de espessura, com leve pressão, para obtenção de uma superfície plana e uniforme do material. A placa de vidro foi removida e para a distância D1 foi posicionada uma lamínula de vidro com 0,13 mm de espessura com o intuito de padronizar a distância da ponta do fotopolimerizador à superfície da resina composta que posteriormente foi fotopolimerizada e para a distância D2 foi utilizado uma matriz acrílica para a padronização das distâncias durante a fotopolimerização.

Todos os materiais foram fotopolimerizados com o aparelho fotopolimerizador de luz LED, o Rádi-Cal (SDI - Dental Limited, Bayswater, Austrália), e o tempo adotado foi o recomendado pelos fabricantes (40s) para cada amostra e com as intensidades presentes no Quadro 1.

2.3 Armazenamento das amostras nas soluções corantes

Previamente à imersão nas soluções de corantes, as amostras permaneceram por 24 horas em água destilada à temperatura ambiente em recipientes opacos. Após esse período, as amostras foram divididas em 10 grupos e imersas nas seguintes soluções corantes selecionadas: Grupos controles GC0 e GC8 (40mL de soro fisiológico); Grupos GCS0 e GCS8 (40mL de café; duas colheres de café solúvel Nescafé, Nestlé, São José do Rio Pardo, São Paulo-Brasil, para 60 mL de água); Grupos GSU0 e GSU8 (40 mL de suco de uva, Del Valle); Grupos GFL0 e GFL8 (40 mL de refrigerante a base de laranja - Coca Cola), Grupos GCM0 e GCM8 (40 mL de chá - Matte Leão). As trocas de soluções foram feitas semanalmente, durante 2 meses.

2.4 Método de avaliação da cor

A mensuração da cor das amostras foi realizada através do espectrofotômetro digital portátil (Easysshade – Vita, Brea, California, USA). Antes de medir a cor das amostras, o aparelho Easysshade Vita (Figura 3) foi calibrado utilizando o seu bloco de calibração, de acordo com as instruções do fabricante. A ponta da sonda foi colocada perpendicular e bem ajustada à superfície

das amostras a fim de fazer medições precisas. Portanto, foram feitas ao total 3 mensurações por amostra, sendo uma antes das amostras serem colocadas nas soluções de corante (cor inicial) e, posteriormente, nos períodos de 1 mês e 2 meses.

Figura 3. Medição da cor com auxílio do espectrofotômetro digital portátil (Easysshade – Vita, Brea, California, USA), com a ponta da sonda rente com o corpo-de-prova.



Fonte: Autores.

O parâmetro da cor utilizada foi o índice de clareamento (WID), baseado no índice de CIELAB, calculado como segue (Pérez et al., 2015):

$$WI_D = 0,511L^* - 2,324a^* - 1,100b^*$$

A variação de ΔWI_D foi calculada subtraindo os valores de WI_D final com os valores de WI_D inicial de cada grupo. O limiar de brancura de perceptibilidade (WPT) foi de 0,72 unidades de WI_D e o limite de aceitabilidade (WAT) foi de 2,60 unidades de WI_D (Pérez et al., 2018).

2.5 Análise estatística

Os dados foram tabulados e analisados por meio do software IBM SPSS. Foram aplicados testes conforme a normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e a homoscedasticidade (teste de Levene), ambos apresentaram valores de “p” menores que 0,05. Após essas análises, foi realizado o teste de ANOVA à 1 critério com uma medida repetida, seguido do pós-teste de Sidak. O nível de significância foi fixado em 5%.

3. Resultados

Tabela 1. Média de ΔWI_D das amostras fotopolimerizadas à distância de 0 mm e de 8 mm, durante o primeiro e segundo mês, desvio-padrão (DP) e valores de “p” para o tipo de solução, o tempo de imersão, distância empregada e interação dessas variáveis.

| | Tempo | Grupos | Soluções | Média ΔWI_D | DP | Psoluções | Ptempo | Pdistância | Pinteração |
|----------------------|--------|--------|-------------------------|---------------------|-------|-----------|---------|------------|------------|
| D1 (0 mm) | 1º mês | GC0 | Soro fisiológico | 0,1863 (A,a) | 1,09 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| | | GCS0 | Café Solúvel | -6,678 (B,b) | 2,08 | | | | |
| | | GSU0 | Suco de Uva | -4,187 (B,b) | 3,20 | | | | |
| | | GFL0 | Refrigerante de Laranja | -17,47 (C,c) | 3,18 | | | | |
| | | GCM0 | Chá | -8,676 (B,b) | 7,28 | | | | |
| | 2º mês | GC0 | Soro | 2,53 (A,a) | 3,04 | | | | |
| | | GCS0 | Café Solúvel | -6,64 (B,b) | 5,19 | | | | |
| | | GSU0 | Suco de Uva | -8,14 (B,b) | -2,20 | | | | |
| | | GFL0 | Refrigerante de Laranja | -52,19 (D,e) | 14,99 | | | | |
| | | GCM0 | Chá | -23,96 (C,d) | 3,78 | | | | |
| D2 (8 mm) | 1º mês | GC8 | Soro fisiológico | -2,72 (B,a)* | 1,02 | | | | |
| | | GCS8 | Café Solúvel | -9,85 (B,b)* | 6,79 | | | | |
| | | GSU8 | Suco de Uva | -3,56 (B,b)* | 9,26 | | | | |
| | | GFL8 | Refrigerante de Laranja | -23,33 (C,c)* | 7,45 | | | | |
| | | GCM8 | Chá | -15,14 (C,c)* | 7,69 | | | | |
| | 2º mês | GC8 | Soro | -11,44 (C,b)* | 2,24 | | | | |
| | | GCS8 | Café Solúvel | -23,13 (C,d)* | 6,90 | | | | |
| | | GSU8 | Suco de Uva | -14,74 (C,c)* | 8,20 | | | | |
| | | GFL8 | Refrigerante de Laranja | -43,45 (D,d)* | 7,23 | | | | |
| | | GCM8 | Chá | -25,23 (C,d)* | 4,98 | | | | |

Fonte: Autores.

Letras maiúsculas diferentes apontam para diferenças estatísticas entre as soluções e letras minúsculas apontam diferenças estatísticas entre os tempos de análise. Dessa forma, nos grupos da distância D1, observa-se que nos dois meses o café e o suco de uva apresentam um padrão de manchamento semelhante entre si. Enquanto o Chá e o Refrigerante de Laranja alteram seu padrão de comportamento no segundo mês, com uma tendência maior ao escurecimento das amostras. O Soro mantém o padrão de manchamento semelhante entre os dois meses, com uma tendência ao clareamento da amostra (ΔWID positivo).

Em relação a distância, todos os grupos do D2 apontam padrão de comportamento diferente dos grupos do D1 que não apresentam o “*”. Essa diferença das distâncias apresentou valor de p significativo (<0,0001). Em D1, o Soro mantém o padrão de comportamento ao longo dos meses, diferente do Soro em D2, tendendo ao escurecimento das amostras de resina composta. Além disso, em D2 observa-se que o Refrigerante de Laranja e o chá apresentam padrão de comportamento semelhante no primeiro mês (c), mantendo um padrão semelhante entre si no segundo mês (d), porém com escurecimento maior das amostras no último mês.

Levando em consideração apenas a distância de 0 mm, pode-se observar na Tabela 1 que o refrigerante de laranja foi a solução que mais escureceu a resina composta, apresentando a média de -17,47 (ΔWI_D), no primeiro mês, e -52,19 (ΔWI_D), no segundo mês, seguida pelo chá, com ΔWI_D de -8,676 e -23,96, no primeiro e segundo mês, respectivamente.

Em relação ao limite de perceptibilidade de brancura de 50:50% (WPT = 0,72 unidades de WI_D) e o limite de aceitabilidade de brancura de 50:50% (WAT = 2,60 unidades de WI_D), no primeiro mês, o soro foi a única solução que causou

uma alteração de cor não perceptível ($\Delta WI_D = 0,1863$, ou seja, $WPT < 0,72$). No segundo mês, todas as soluções causaram alteração de cor perceptível ($WPT > 0,72$) e, com exceção da solução controle (GC0), todas as demais bebidas causaram alterações consideradas inaceitáveis clinicamente, por apresentarem $WAT > 2,60$.

Na mesma tabela, pode-se observar que todas as amostras fotopolimerizadas à distância de 8 mm também tiveram uma tendência maior ao escurecimento, apresentando médias de ΔWI_D negativos. Diferente do grupo à distância de 0 mm, a solução controle, GC8, seguiu o comportamento das demais soluções corantes, a amostra escureceu no segundo mês de análise da cor. O valor de $p_{interação}$ ($<0,0001$) também foi significativo para os fatores analisados (tempo, distância e soluções corantes).

Ainda nos grupos da distância a 8 mm, observa-se que o refrigerante de laranja foi a solução corante que mais alterou a cor das amostras, seguido por chá, café solúvel, suco de uva e soro fisiológico. No segundo mês, todas as alterações de cor foram perceptíveis e inaceitáveis clinicamente devido ao índice de perceptibilidade e aceitabilidade ficarem acima da média ($WPT > 0,72$ e $WAT > 2,60$). Portanto, todas as amostras que receberam menor intensidade de fotopolimerização, escureceram consideravelmente após os 2 meses de imersão nas soluções corantes estudadas.

4. Discussão

Diante dos resultados obtidos, observou-se que tanto a distância de fotopolimerização, quanto o tempo de imersão e o tipo de solução pode influenciar na alteração de cor da resina composta, rejeitando a hipótese nula. Segundo Baggio et al. (2008) dentre as etapas clínicas para se alcançar o sucesso do tratamento restaurador com a resina composta, destaca-se a fotopolimerização. Apesar de ser de fácil percepção e de controle pelo Cirurgião-Dentista, a negligência em relação à distância de fotopolimerização costuma ser um problema presente na clínica. Quanto maior a distância, menor a intensidade de luz emitida que alcança o material restaurador (Baggio et al., 2008; Barbon et al., 2015). A fotopolimerização inadequada resulta em menor grau de conversão do compósito, diminuindo suas propriedades mecânicas e de biocompatibilidade (Borges, et al., 2015; Boaventura & Basílio, 2021; Bezerra et al., 2021).

Com o processo de fotopolimerização ineficiente, a microdureza do material é afetada, assim como a rugosidade superficial dele. Diante disso, a resina composta torna-se mais vulnerável à pigmentação externa, além de facilitar o acúmulo de placa e reduzir a longevidade do material (Silva et al., 2018; Bezerra et al., 2021; Boaventura & Basílio, 2021). No presente artigo, duas distâncias de fotopolimerização foram utilizadas e como resultado, observou-se que os grupos GC8, GCS8, GSU8, GFL8 e GCM8 apresentaram valores de ΔWI_D menores em relação aos grupos GC0, GCS0, GS0, GFL0 e GCM0. Ou seja, as amostras que receberam menor intensidade de luz durante a fotopolimerização, escureceram mais do que os grupos fotopolimerizados a distância de 0 mm, com valor de $p_{distância}$ significativo ($<0,0001$). O que está de acordo com os estudos de Borges, et al., (2015) e Katge et al. (2016) que observaram que quanto maior é a distância da fotopolimerização menor é o grau de conversão polimérica e mais intenso é o escurecimento.

Após a fotopolimerização, a resina fica exposta a fatores extrínsecos de escurecimento, relacionados ao consumo de corantes de bebidas e alimentos ao longo da vida (Abdallah et al, 2014; Katge et al., 2016). Seguindo essa linha de raciocínio, o presente estudo avaliou a mudança de cor considerando 5 soluções corantes: Soro fisiológico (grupo controle), Café solúvel, Suco de uva, Refrigerante de laranja e Chá, por um período de 2 meses. A medição das alterações de cor foi estabelecida por meio da fórmula do índice de clareamento (WI_D), corroborando com os estudos de Pérez et al. (2015) e Vidal et al. (2020).

Neste estudo, todas as bebidas foram capazes de alterar a cor da resina composta. Essa alteração na brancura do material ocorre devido a capacidade de adsorção e absorção do líquido e seus pigmentos na matriz orgânica do material, não removidos facilmente pela escovação, acabamento ou polimento das restaurações (Katge et al., 2016). Ademais, a sorção de água pode diminuir a vida útil dos compósitos de resina, devido à degradação da matriz polimérica e formação de microfissuras entre o enchimento e a matriz, permitindo a penetração e descoloração da resina composta (Mada et al., 2018).

Na Odontologia, a avaliação dessa alteração de cor pode ser feita por método visual e instrumental (Joiner, 2004; Polli, et al., 2014). A técnica visual é feita a partir de uma comparação subjetiva de cores, utilizando diferentes escalas de cor, como a Vita Classical e Vita System 3-D Master, que são consideradas padrão ouro na Odontologia (Joiner, 2004; Polli, et al., 2014). Por outro lado, tem o método instrumental no qual a análise pode ser feita por meio de aparelhos como espectrofotômetro, colorímetros e análise de imagem computadorizada. Estes recursos geram uma descrição numérica dos parâmetros de cor, gerando medições qualificáveis e objetivas (Joiner, 2004; Polli, et al., 2014; Pecho et al., 2016).

Embora a métrica de cores CIELAB (ΔE_{ab}) tenha sido bastante utilizada nos estudos sobre estabilidade de cor da resina composta, outras fórmulas mais sensíveis à mudança de cor têm sido estabelecidas ao longo dos anos e têm ganhado espaço nas pesquisas, como a fórmula do índice de clareamento (ΔWI_D) (Silva et al., 2018; Mada et al., 2018; Vidal et al., 2020). Esse método de avaliação também é baseado em coordenadas de cor CIELAB, no qual os valores de L^* (eixo de luminosidade), a^* (eixo vermelho/verde), b^* (eixo amarelo/azul). Esses valores são aplicados em uma fórmula específica para avaliar a estabilidade de cor do compósito resinoso (Abdallah et al., 2014; Katge et al., 2016; Pérez et al., 2015) e o resultado é associado a limiares de perceptibilidade 50:50% (WPT = 0,72 unidades WI_D) e de aceitabilidade de brancura de 50:50% (WAT = 2,60 unidades WI_D) (Mada et al., 2018; Vidal et al., 2020). No presente estudo, os valores de L^* , a^* e b^* foram analisados com auxílio do espectrofotômetro digital portátil (Easysshade – Vita, Brea, California, USA) em três momentos: cor inicial, cor após 1 mês e cor após 2 meses.

Backes et al. (2020) observaram que os valores médios de ΔWI_D ficaram acima dos limites de perceptibilidade e aceitabilidade quando as resinas (bulk-fill e convencional) foram imersas na solução de café. Achados semelhantes foram observados no presente estudo, os grupos de soluções corantes (soro fisiológico, café, suco de uva, refrigerante de laranja e chá) também apresentaram médias acima dos limiares de perceptibilidade e aceitabilidade, com exceção do grupo GC0 que apresentou médias de ΔWI_D de 0,1863 e 2,53, para o primeiro e o segundo mês, respectivamente.

Bagheri et al. (2005) e Backes et al. (2020) observaram que as bebidas consumidas que mais causam alteração de cor da resina composta são o café, o chá, o vinho e as bebidas carbonatadas. Contudo, Tan et al. (2015) concluíram que o vinho tinto, o café e o chá causam mais manchas no composto nanoparticulado do que refrigerante (Coca), suco de laranja, vodka ou água destilada.

Devido ao alto teor de açúcar e a acidez das bebidas consumidas atualmente, a alteração da cor da resina composta pode vir acompanhada de outros problemas como acúmulo de biofilme e a cárie secundária (Katge et al., 2016). A resistência de materiais restauradores pode ser afetada pelo baixo valor de pH do meio, o que também influencia na sorção e solubilidade das resinas compostas (Leite et al., 2010). Na presente pesquisa, o refrigerante de laranja e o chá apresentaram maior capacidade de alteração dos padrões de pigmentação. Então, acredita-se que a maior alteração de cor tenha ocorrido devido ao pH dessas substâncias, uma vez que de acordo com Sobral et al. (2000), essas bebidas possuem pH ácido, podendo variar de 2,36 a 3,54 para o refrigerante. E o chá com pH variando de 4,81 a 4,93 (Dantas et al., 2008).

Como consequência, o constante consumo dessas bebidas representam um fator de risco para o desenvolvimento de alterações na superfície das restaurações. Com valores significativamente menores de microdureza, interferindo na longevidade e estética do material (Nóbrega et al., 2010; Katge et al., 2016).

A alteração de cor, representada pelo escurecimento das amostras neste estudo, foge do padrão estético que preza por dentes mais brancos e saudáveis. Por ser um estudo *in vitro*, algumas condições do meio oral não foram reproduzidas, como a presença de saliva, temperatura e pH do meio oral, não correspondendo exatamente à realidade clínica. Contudo, apesar dessas limitações, foi possível identificar que a distância de fotopolimerização, as soluções corantes e o tempo de imersão, podem influenciar na estabilidade da cor da resina composta, rejeitando a hipótese nula do presente estudo. Portanto, cabe ao cirurgião-dentista respeitar a distância de fotopolimerização que permite melhor conversão polimérica da resina composta. Além disso,

orientar o paciente sobre o consumo dessas bebidas corantes e sua capacidade em escurecer a resina composta. Ademais, sugerimos mais estudos complementares *in vivo* para melhor elucidar os efeitos desses 3 fatores na alteração de cor da resina composta.

5. Considerações Finais

Pode-se concluir que:

- Todas as bebidas corantes utilizadas, foram capazes de escurecer a resina composta ao longo do tempo, com exceção do grupo controle (soro fisiológico) à distância de 0 mm;
- O refrigerante de laranja foi a solução que mais promoveu alterações na cor do compósito, independente da distância de fotoativação, seguida pelo chá;
- Grupos fotopolimerizados à distância de 8 mm, apresentaram maior escurecimento da resina em comparação aos grupos fotopolimerizados à distância de 0 mm;
- Com exceção do grupo de 0 mm submerso no soro fisiológico, todos os grupos restantes apresentam alteração de cor perceptíveis e inaceitáveis clinicamente, após 2 meses de imersão das amostras nas soluções corantes.
- O tempo de imersão, a distância de fotopolimerização e o tipo de corante utilizado influenciam na estabilidade de cor da resina composta.

Agradecimentos

Agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por fomentar essa pesquisa.

Referências

- Abdallah, M. N., Light, N., Amin, W. M., Retrouvey, J. M., Cerruti, M., & Tamimi, F. (2014). Development of a composite resin disclosing agente based on the understanding of tooth staining mechanisms. *J Dent.*, 42(6), 697-708. [10.1016/j.jdent.2014.03.004](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.03.004)
- Agnihotry, A., Gill, K. S., Singhal, D., Fedorowicz, Z. Dash, S., & Pedrazzi, V. (2014) A comparison of the Bleaching Effectiveness of Chlorina Dioxide and Hydrogen Peroxide on Dental Composite. *Braz Dent J.*, 25(6), 524-7. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201300098>
- Aleixo, R. S., Bittencourt, B. F., Martins, G. C., Ficinski, R., Gomes, O. M. M., & Farhat, P. A. (2013). Efeito do clareamento na susceptibilidade ao manchamento de uma resina composta. *Odontol Clin.-Cient.*, 12(1), 59-63.
- Backes, C. N., França, F. M. G., Turssi, C. P., Amaral, F. L. B., & Basting, R. T. (2020). Color stability of a bulk-fill composite resin light-cured at different distances. *Braz Oral Res.*, 34, e119. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0119>
- Baggio, R., Gralha, S. R., Gomes, J. C., & Gomes, O. M. M. (2008). Influência da distância da ponta do fotopolimerizador nas propriedades da resina composta. *Publ. UEPG Biol. Health Sci.*, 14(2), 31-37.
- Bagheri, B., Burrow, M. F., & Tyas, M. (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent.*, 33(5), 389-98. [10.1016/j.jdent.2004.10.018](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.10.018)
- Barbon, F. J., Perin, L., Domênico, B. P. D., Pancotte, L., Ghiggi, P., & Calza, J. V. (2015). Interferência da distância de fotopolimerização na intensidade da luz emitida pelos fotopolimerizadores à luz Led. *J Oral Invest.*, 4(1), 4-8. [10.18256/2238-510X/j.oralinvestigations.v4n1p4-8](https://doi.org/10.18256/2238-510X/j.oralinvestigations.v4n1p4-8)
- Bezerra, A. L. C., Dias, T. J. C., Duão, M. A., Monteiro, G. Q. M., & Gomes, A. S. L. (2021). Avaliação do nível de conhecimento de acadêmicos de Odontologia sobre fotopolimerização. *Revista da ABENO*, 21(1), 1065. <https://doi.org/10.30979/revabeno.v21i1.1065>
- Boaventura, R. S., & Basílio, M. A. (2021). Sistemas de fotoativação e seus impactos nas restaurações em resina composta: uma revisão de literatura. *J Dent Public Health*, 12(1), 20-31. <https://doi.org/10.17267/2596-3368dentistry.v12i1.3141>
- Borges, A., Pitta-Lopes, J., & Portugal, J. (2015). Influência do tempo de exposição e distância à luz na capacidade de fotopolimerização de compósitos. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac*, 56(3), 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.07.001>
- Borgia, E., Baron, R., & Borgia, J. L. (2019). Quality and Survival of Direct Light-Activated Composite Resin Restorations in Posterior Teeth: A 5- to 20 Year Retrospective Longitudinal Study. *J Prosthodont.*, 28(1), e195-e203. [10.1111/jopr.12630](https://doi.org/10.1111/jopr.12630)
- Campos, I. C. M., Gomes, G. M., Pupo, Y. M., Bittencourt, B. F., Baggio, R., Gomes, O. M. M., & Gomes, J. C. (2011). Efeito de diferentes agentes clareadores na rugosidade superficial de resinas compostas. *Odontol Clin.-Cient.*, 10(3), 271-76.

- Dantas, R. V. F., Valença, A. M. G., Claudino, L. V., Lima, A. L., Carvajal, J. C. L., & Costa, G. F. (2008). Características físico-químicas da dieta líquida cafeinada. *Pesqui Bras Odontopediatria Clín Integr.*, 8(3), 333-6.
- Demarco, F. F., Collares, K., Correa, M. B., Cenci, M. S., Moraes, R. R., & Opdam, N. J. (2017). Should my composite restorations last Forever? Why are They failing? *Braz Oral Res.*, 31(suppl 1), e56. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0056>
- Edwards, M., Creanor, S. L., & Foye, R. H. (1999). Salivary pH profiles during consumption of fruit drinks. *Caries Res.*, 33, 327-31.
- Freitas, G. R., Junqueira, A. M. R., Telles, C. C. C., Carnaúba, G. R. P., & Vieira-Junior, W. F. (2021). Reabilitação estética e funcional das bordas incisais dos dentes anteriores com fechamento de diastemas e reanatomização em resina composta: relato de caso clínico. *Rev Odontol Bras Central.*, 30(89), 339-356. <https://doi.org/10.36065/robrac.v30i89.1537>
- Gouveia, C. G., Júnior, R. M., Peralta, F. S., Scherma, A. P., & Resende, L. F. M. (2018). Facetas diretas de resina composta em dentes anteriores: relato de caso. *ClipeOdonto – UNITAU.*, 9(1), 44-50.
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.*, 32(1), 3-12. [10.1016/j.jdent.2003.10.013](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013).
- Katge, F., Shitoot, A., Pammi, T., & Mithiborwala, S. (2016). Evaluation of Microleakage of Nanoionomer and Nanocomposite Restorations, immersed in Fruit Drink, Fresh Fruit Juice and Soft Drink – An in vitro Study. *J Clin Pediatr Dent.*, 40(2), 129-35. [10.17796/1053-4628-40.2.129](https://doi.org/10.17796/1053-4628-40.2.129)
- Leite, T. M., Bohaienko, L. A., Luciano, M., Pillati, G. L., & Pereira, S. K. (2010). Influência de substâncias com pH ácido sobre a microdureza de resinas compostas. *Stomatos*, 16(30), 21-32.
- Mada, D. C., Gasparik, C., Irmie, A. I., Mada, M. D., Dudea, D., & Campian, R. S. (2018). Evaluation of chromatic changes of nanocomposite resin using the new whiteness index. *Clujul Medical.*, 91, 222-28. [10.15386/cjmed-893](https://doi.org/10.15386/cjmed-893)
- Mota, G. M. S. M., Kury, M., Tenório, C. P. S. B., Amaral, F. L. B., Turssi, C. P., & Cavalli, V. (2020). Effects of Artificial Staining and Bleaching Protocols on the Surface Roughness, Color, and Whiteness Changes of an Aged Nanofilled composite. *Front. Dent. Med.*, 1, 610586. [10.3389/fdmed.2020.610586](https://doi.org/10.3389/fdmed.2020.610586)
- Nóbrega, D. F., Valença, A. M. G., Santiago, B. M., Claudino, L. V., Lima, A. L., Vieira, T. I., & Lira, A. M. (2010). Propriedades físico-químicas da dieta líquida gaseificada: um estudo in vitro. *Rev Odontol UNESP.*, 39(2), 69-74.
- Pecho, O. E., Ghinea, R., Alessandretti, R., Pérez, M. M., & Bona, A. D. (2016). Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater. J.*, 32(1), 82-92. [10.1016/j.dental.2015.10.015](https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.10.015)
- Pérez, M. M., Ghinea, R., Rivas, M. J., Yebra, A., Ionescu, A. M., Paravina, R. D., & Herrera, L. J. (2015). Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent. Mater.*, 32(3), 461-67. [10.1016/j.dental.2015.12.008](https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.12.008)
- Pérez, M. M., Herrera, L. J., Carillo, F., Pecho, O. E., Dudea, D., Gasparik, C., Ghinea, R., & Bona, A. D. (2018). Whiteness difference thresholds in dentistry. *Dent. Mater J.*, 35(issue 2), 292-97. [10.1016/j.dental.2018.11.022](https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.022)
- Pérez, M. M., Saleh, A., Yebra, A., & Pulgar, R. (2007). Study of the Variation between CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 Color-differences of Resin Composites. *Dent Mater J.*, 26(1), 21-8. [10.4012/dmj.26.21](https://doi.org/10.4012/dmj.26.21)
- Polli, M. J., Borges, C. H., & Arossi, G. A. (2014). Estabilidade de cor de resina composta frente a corantes da dieta. *Revista de Iniciação Científica da ULBRA.*, 1(12), 84-82.
- Ribeiro, R. (2017). Influência do nível de bateria e da distância sobre a intensidade de luz emitida por aparelhos fotopolimerizadores. [Trabalho de Conclusão de Curso] Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Silva, V. A., Silva, A. S., Pecho, O. E., & Bacchi, A. (2018). Influence of composite type and light irradiance on color stability after immersion in different beverages. *J Esthet Restor Dent.*, 30(5), 390-96. [10.1111/jerd.12383](https://doi.org/10.1111/jerd.12383)
- Soares-Geraldo, D., Scaramucci, T., Steagall-Jr, W., Braga, S. R. M., & Sobral, M. A. P. (2011). Interaction between staining and degradation of a composite resin in contact with colored foods. *Braz Oral Res.*, 25(4), 369-75. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242011000400015>
- Sobral, M. A. P., Luz, M. A. A. C., Gama-Teixeira, A., & Netto, N. G. (2000). Influência da dieta líquida ácida no desenvolvimento de erosão dental. *Braz Oral Res.*, 14(4), 406-10. <https://doi.org/10.1590/S1517-74912000000400017>
- Tan, B. L., Yap, A. U., Ma, H. N., Chew, J., & Tan, W. J. (2015). Effect of beverages on color and translucency of new tooth-colored restoratives. *Oper Dent.*, 40, E56–65. [10.2341/149027-L](https://doi.org/10.2341/149027-L)
- Vidal, M. L., Pecho, O. E., Xavier, J., & Bona, A. D. (2020). Influence of the photoactivation distance on the color and whiteness stability of resin-based composite after bleaching and aging. *J Dent.*, 99, 103408. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103408>