



ARTIGO ORIGINAL

ESTABILIDADE DE COR DE RESINA COMPOSTA MONOCROMÁTICA: ESTUDO IN VITRO

MONOCHROMATIC COMPOSITE RESIN COLOR STABILITY: IN VITRO STUDY

Caroline Gabriele WASEM¹, Fernando Freitas PORTELLA², Roberto ZIMMER²

¹ Graduanda em Odontologia, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

² Professor do Curso de Odontologia da Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

Autor para contato:

Roberto Zimmer

Universidade Feevale

RS-239, 2755 - Vila Nova, Novo Hamburgo – RS

CEP: 93525-075

(51) 3586-8800

Email: beto.zimmer@hotmail.com

Informação sobre o manuscrito

Recebido em: 16 Dez 2024

Aceito em: 05 Mai 2025

O objetivo deste estudo foi avaliar a variação de cor (ΔE) de uma resina composta monocromática comparada a uma resina composta convencional, imersa em vinho. Foram utilizados 28 dentes humanos que tiveram a sua cor avaliada com auxílio de um espectrofotômetro. Então foram confeccionadas 40 cavidades e posteriormente restauradas com resina composta monocromática ou com resina composta convencional de cor correspondente ($n=20$). As restaurações receberam acabamento e polimento e as amostras foram imersas em água destilada por 7 dias para a avaliação inicial da restauração, depois disso, as amostras foram submersas em vinho tinto ou água destilada (controle) por um período de 1, 7 e 30 dias, sendo que, após esse período, receberam polimento e a cor foi reavaliada. A ΔE entre os diferentes períodos foram analisadas através da fórmula CIEDE2000. Os resultados da ΔE foram analisados por teste ANOVA de duas vias para medidas repetidas, com teste post hoc de Tukey ($p \leq 0,05$), considerando os índices perceptibilidade ($\geq 0,81$) e aceitabilidade ($\geq 1,77$) para CIEDE2000. Os materiais apresentaram uma intensa pigmentação desde a análise de 1 dia, extrapolando o índice de aceitabilidade, sendo significativamente maior nos períodos de 7 e 30 dias, mesmo após o polimento. Os materiais apresentaram uma ΔE quando imersos na mesma solução. Pode-se concluir que o vinho apresentou um alto grau de pigmentação, principalmente nas análises de 7 e 30 dias, sendo que o repolimento da resina composta convencional reduziu significativamente a pigmentação do material, porém sem diferença estatística com a resina composta monocromática.

Palavras-chave: Cor; Pigmentação; Resinas Compostas.

INTRODUÇÃO

A indústria odontológica desenvolveu compósitos em diferentes tonalidades, pois os dentes naturais apresentam grande variabilidade colorimétrica. Além disso, cada material apresenta características ópticas distintas, com diferentes tonalidades, tornando desafiador o processo de restauração dos dentes naturais.¹ Para a reprodução da estrutura dental perdida, uma das principais ferramentas de seleção de cor é a escala Vita Classical.² No entanto, estudos mostram que há diferença entre as tonalidades das diferentes marcas comerciais de resina composta, apesar de elas estarem representando a mesma tonalidade prevista na Vita Classical.³⁻⁵

Recentemente, os fabricantes desenvolveram um sistema de tonalidade mais simples, que consiste em resinas compostas de cor única, também conhecidas como “efeito camaleão” ou “efeito de mistura”.⁶ Esses materiais podem ser utilizados sem a necessidade de seleção de cor, tendo como vantagem a mimetização de cor da estrutura dental e, assim, minimizando o tempo de cadeira ao paciente.^{7,8} Essa nova tecnologia também pode ser chamada de “cor estrutural”, devido à utilização da morfologia de preenchimento, em que a correspondência de cor é obtida através da

absorção e refração da luz que essa resina proporciona, devido à utilização de partículas esféricas, produzindo uma cor estrutural sem a adição de pigmentos.^{9,10}

Existem fatores intrínsecos e extrínsecos que podem alterar a estabilidade de cor dos materiais dentários. Os fatores intrínsecos envolvem alterações químicas do próprio material e fatores extrínsecos incluem pigmentação por adesão ou penetração de corantes, associados a ingestão de bebidas e comidas que causam manchas por terem substâncias corantes em sua composição. O grau de manchamento pode variar dependendo do tipo de compósito e do seu teor de carga, do tipo de acabamento e polimento e da frequência de consumo de pigmentos extrínsecos.¹¹⁻¹⁴

Um dos benefícios potenciais desses materiais que utilizam a tecnologia de cor estrutural é uma menor alteração de cor ao longo do tempo devido à menor susceptibilidade a mudanças na tonalidade de cor, por causa da degradação fotoquímica reduzida e menor distorção de cor, visto que o arranjo das partículas de carga corresponde aos comprimentos de onda de luz visível.^{6,15} No entanto, o potencial de pigmentação de origem extrínseca deve ser avaliado.

O objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade de cor de uma resina composta



monocromática, em comparação a uma resina composta convencional, imersa em solução pigmentante, relacionando a alteração de cor ao tempo de exposição ao pigmento e identificando a variação de cor após o polimento das resinas.

METODOLOGIA

Foram utilizados 28 dentes humanos, solicitados ao banco de dentes do curso de Odontologia da Universidade Feevale e armazenados em água destilada para mantê-los hidratados. Dentre os 28 dentes, foram utilizados 7 incisivos centrais superiores, 2 incisivos centrais inferiores, 4 caninos, 3 pré-molares e 12 molares. Devido ao tamanho coronário, nos molares foi possível confeccionar cavidades tanto na face vestibular quanto na palatina, totalizando 40 cavidades.¹⁶

O processo de aleatorização das cavidades foi realizado por meio de randomização em blocos, tanto para o material restaurador quanto para a solução de imersão. Para os molares, foi sorteado qual cavidade (vestibular ou palatina) receberia cada material; já para os outros grupos dentários, o processo de aleatorização definiu a sequência de alocação para cada material restaurador (tabela 1).

Para a leitura inicial (T0), a cor foi avaliada com o auxílio de um espectrofotômetro (VITA Easyshade V; VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha), e os pontos de análise estavam localizados no terço médio da face vestibular de todos os dentes (ponto A) e no terço médio da face palatina dos molares (ponto B).

Tabela I. Materiais, número de restaurações por grupo e meios de imersão utilizados.

Material	Nº Restaurações	Meio de imersão
Resina Composta Vittra APS	10	Água
Resina Composta Vittra APS	10	Vinho
Resina Composta Vittra APS	10	Água
Unique		
Resina Composta Vittra APS	10	Vinho
Unique		

Nesses mesmos pontos foi confeccionada uma cavidade com 2 milímetros de profundidade e 6 milímetros de diâmetro (Figura 1) com ponta diamantada cilíndrica (3100; KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), acoplada na caneta de alta rotação (KAVO, Joinville, SC, Brasil). A porção de esmalte das cavidades foi condicionada com ácido fosfórico 37% (Condac; FGM, Joinville, SC, Brasil) e após 30 segundos o condicionador ácido enxaguado pelo dobro do tempo. O esmalte dentário foi completamente seco e a dentina permaneceu

levemente umedecida para então receber a aplicação do sistema adesivo (Ambar Universal APS; FGM, Joinville, SC, Brasil) de forma rigorosa sobre os tecidos dentais com auxílio de um microaplicador (Cavibrush Verde Regular; FGM, Joinville, SC, Brasil), seguida da evaporação do solvente e fotopolimerização por 20 segundos (Emitter G; Schuster, Santa Maria, RS, Brasil).

Então, os dentes foram divididos em dois grupos (n=20) e as restaurações numeradas de 1 a 40, onde metade delas receberam restauração com resina composta monocromática Vittra APS Unique (FGM, Joinville, SC, Brasil), e a outra metade teve a sua cor selecionada com auxílio da escala Vita Classical (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) e a cavidade restaurada com a resina composta Vittra APS (FGM, Joinville, SC, Brasil), ambas seguindo a técnica incremental. Após o procedimento restaurador, foram realizados acabamento e polimento com pasta diamantada, discos de lixa e discos de feltro (Kit Diamond Master; FGM, Joinville, SC, Brasil) acoplados a uma caneta de baixa rotação e a um micromotor (KAVO, Joinville, SC, Brasil). Em seguida, os espécimes foram imersos em água destilada por 7 dias.

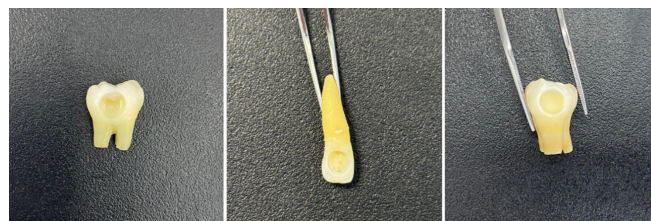


Figura 1. Preparo cavitário com 2 milímetros de profundidade e 6 milímetros de diâmetro.

Decorrido o período de reidratação, os valores colorimétricos das restaurações foram mensurados com auxílio do espectrofotômetro (T1). Então as amostras foram imersas em vinho tinto (Góes Tradição Bordô Suave; Vinícola Góes, São Roque, SP, Brasil) ou água destilada, totalizando 10 restaurações por grupo (Tabela I) e permaneceram por diferentes períodos: 1 dia (T2), 7 dias (T3) e 30 dias (T4).¹⁷

Antes de cada reavaliação da cor, as amostras foram limpas com escova de Robinson Ultra-Soft (American Burrs, Palhoça, SC, Brasil), creme dental (Colgate Tripla Ação; Colgate-Palmolive, São Bernardo do Campo, SP, Brasil) e spray de ar e água. Depois de cada avaliação, as amostras foram novamente imersas em seu agente pigmentante, exceto após a análise de 30 dias, em que as amostras receberam polimento com pasta de polimento diamantada e discos de feltro (Kit Diamond Master; FGM, Joinville, SC, Brasil) e a cor foi reavaliada (T5).



Todas as análises colorimétricas foram realizadas por um operador treinado. A ponteira de medição foi apoiada sobre a superfície restaurada e os valores de L, a, b e L, C, H, obtidos após a medição completa foram documentados em uma planilha. Entre as medições o aparelho foi reposicionado na base para que seja realizada a sua calibração, conforme as instruções do fabricante.

Para calcular o valor da variação de cor (ΔE) em cada um dos tempos de análise, foi utilizada a fórmula do sistema CIEDE2000:

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + RT \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Os dados foram tabulados em planilhas do programa Excel e analisados através de um software estatístico SigmaPlot 12 (Systat Inc, San Jose, CA, EUA). Os resultados ΔE de cada um dos tempos de análise foram submetidos ao teste ANOVA de duas vias com medidas repetidas, seguido do teste post hoc de Tukey, com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Além disso, os valores de ΔE foram analisados através dos índices de perceptibilidade ($\geq 0,81$) e aceitabilidade ($\geq 1,77$) para CIEDE2000.¹⁸

RESULTADOS

Os resultados demonstram que tanto a resina convencional quanto a resina monocromática, quando imersas em água, mantiveram estabilidade de cor ao longo dos diferentes períodos de análise, independentemente do polimento da restauração, como demonstrado na Tabela II.

No entanto, quando imersas em vinho, é possível observar que tanto a resina composta convencional quanto a monocromática apresentaram um aumento significativo da ΔE entre os períodos de 1 e 7 dias de imersão, a qual se manteve estável entre 7 e 30 dias de imersão. Porém, para a resina composta convencional, o polimento reduziu significativamente a ΔE do material, o que não ocorreu para a resina composta monocromática.

Quando comparadas as resinas monocromáticas e convencionais imersas em uma mesma solução (água ou vinho), os materiais apresentaram uma ΔE similar nas análises de 7 e 30 dias e até mesmo após o polimento da restauração.

Tabela II. Média ($\pm$ desvio padrão) da ΔE dos materiais nas diferentes análises.

Período Material / meio de imersão	1 dia	7 dias	30 dias	30 dias (polimento)
Convencional / Água	0,86($\pm$ 0,39) Aa	1,03($\pm$ 0,59) Aa	1,33($\pm$ 0,40) Aa	1,09($\pm$ 0,56) Aa
Monocromática / Água	0,96($\pm$ 0,37) Ba	1,06($\pm$ 0,46) Aa	1,34($\pm$ 0,73) Aa	1,31($\pm$ 1,00) Aa
Convencional / Vinho	3,07($\pm$ 1,40) Ba	7,08($\pm$ 1,79) Bc	8,24($\pm$ 1,86) Bc	4,63($\pm$ 1,91) Bb
Monocromática / Vinho	3,20($\pm$ 1,46) Ba	5,73($\pm$ 2,45) Bb	6,35($\pm$ 2,63) Bb	5,74($\pm$ 2,75) Bb

Letras maiúsculas diferentes apresentam diferença estatística entre os materiais imersos em um mesmo meio (água ou vinho) e em um mesmo período de análise (coluna) e letras minúsculas diferentes apresentam diferença estatística do material em um determinado meio ao longo dos períodos de análise (linha).

Considerando os valores de perceptibilidade e aceitabilidade propostos para CIEDE2000, foi possível observar que as amostras imersas em água apresentaram uma alteração de cor dentro dos valores de aceitabilidade. Para as resinas imersas em vinho, foi possível observar que após 1 dia de imersão na solução a ΔE foi maior do que é considerado aceitável.

Comparando a ΔE de ambas as resinas compostas, quando imersas em água, a diferença de cor entre as amostras, em um mesmo período de análise, está dentro dos limites de imperceptibilidade. No entanto, para as amostras imersas em vinho foi possível observar que após 7 dias de imersão a resina composta convencional

apresentou uma alteração de cor perceptivelmente maior, enquanto na análise de 30 dias os valores ultrapassaram o limite de aceitabilidade. Porém, após a realização do polimento das amostras, a resina composta convencional apresentou uma ΔE perceptivelmente menor.

DISCUSSÃO

A resina composta monocromática tem como vantagem a mimetização de cor da estrutura dental, eliminando a necessidade de seleção de cor.¹⁹ Os erros na seleção de cor e a pigmentação, são fatores facilmente notados pelos pacientes, refletindo negativamente em sua percepção, levando ao reparo ou substituição da restauração.²⁰ A troca da restauração, pode causar o aumento



progressivo da cavidade, colocando em risco estruturas dentais saudáveis, comprometendo a vitalidade do dente e acelerando o ciclo restaurador repetitivo.²¹

A utilização de escalas de cor (Vita Classical e Vita 3D Master) não contempla toda a gama de cores dos dentes naturais, além de que pode haver incompatibilidade entre a tonalidade selecionada e a cor da resina composta, o que pode acarretar insatisfação do paciente.^{5,22} Visto isso, a utilização de resinas compostas de cor única seria de grande relevância, mimetizando com mais precisão a vasta gama de cores dentais existente e dispensando o uso de guias de cores.

A percepção de cor é um aspecto psicológico e dependente da habilidade do observador. Então, para resolver o problema da avaliação visual de cor, dispositivos de análise objetiva podem ser utilizados²³. Os espectrofotômetros são equipamentos que não são afetados pelo metamerismo do objeto, sendo que a maior confiabilidade foi encontrada com ShadeVision (99,0%), seguido por SpectroShade (96,9%), VITA Easyshade (96,4%) e ShadeScan (87,4%), e a maior precisão foi encontrada com o VITA Easyshade (92,6%), sendo significativamente maior do que todos os outros dispositivos.²⁴

Portanto, o instrumento de análise colorimétrica utilizado no presente estudo apresenta um alto nível de confiabilidade e precisão.

A análise colorimétrica com espectrofotômetro pode ser realizada através do sistema de cores CIELab, calculado com a fórmula ΔE_{ab} usando os valores de mudança de cor L^* , a^* e b^* . Em 2001, a Comissão Internacional de Iluminação (CIE) desenvolveu uma fórmula mais sofisticada, que é a CIEDE2000, para calcular as diferenças de cor. A fórmula ΔE_{00} foi usada neste estudo pois, Gómez-Polo, et al. (2016)²⁵ concluem que ela é mais sensível na mensuração de mudanças de cor do que a fórmula CIELab.

A estabilidade de cor é fundamental para o sucesso clínico de restaurações estéticas. O presente estudo avaliou a diferença na estabilidade de cor de uma resina composta monocromática em relação a uma resina composta multicolorida, imersa em vinho tinto e em água destilada, e comparou as alterações de cor em diferentes tempos de imersão. As amostras imersas em água destilada mantiveram estabilidade de cor ao longo dos períodos de análise, corroborando os achados de outros estudos.^{17,26}

Por outro lado, as amostras imersas em vinho tinto apresentaram um alto grau de pigmentação, o que pode ser explicado pelo fato de o vinho ser rico em antocianina, pigmento que, ao se dissolver em água, pode parecer vermelho, roxo ou azul,²⁷ apresentando maior potencial para mudanças de cor de compósitos.^{17,28,29} Além disso, a presença de álcool em sua composição enfraquece a estrutura da matriz da resina e favorece a ação dos corantes, além de promover hidrólise em monômeros, aumentando a rugosidade superficial e favorecendo a adsorção dos pigmentos.^{30,31}

No presente estudo, as amostras permaneceram diretamente imersas no vinho tinto, o que não condiz com o cotidiano e impossibilita a extrapolação dos resultados da análise *in vitro* para a prática clínica. Habitualmente, os pigmentos presentes em alimentos e bebidas apresentam um breve contato com as superfícies dentais, além de serem dissolvidos pela ação do fluxo salivar e serem expostos a higienização bucal.³² No entanto, vale destacar que o objetivo da análise realizada não foi quantificar a pigmentação causada pelo vinho tinto, mas sim comparar, em um desafio semelhante e extremo, a estabilidade de cor dos diferentes materiais. Para quantificar com maior precisão esse manchamento, deve-se utilizar metodologias que simulam as condições

orais, adotando ciclos de exposição e remoção do material aos agentes pigmentantes.^{28,29}

Em relação à análise da alteração cromática segundo o CIEDE2000, foram definidos os valores de $\Delta E \geq 0.81$ e $\Delta E \geq 1.77$ para a perceptibilidade e a aceitabilidade, respectivamente.¹⁸ Porém, esses índices podem ser influenciados tanto pela experiência do observador (leigo ou profissional) quanto pelo índice cromático da superfície, sendo que para cores mais acromáticas, as diferenças têm mais probabilidade de serem aceitas, especialmente por leigos, podendo atingir um índice de aceitabilidade de $\Delta E = 3,38$.³³

No presente estudo foram utilizados diferentes grupos de dentes humanos, que apresentam diferentes espessuras de esmalte e dentina. No entanto, o desenvolvimento de resinas monocromáticas é justamente mimetizar os diferentes substratos dentários e suas diferentes tonalidades, independente do grupo dentário.⁸⁻¹² Sabe-se que os elementos dentais apresentam colorações destoantes, e estudos que avaliaram a capacidade de mimetização de diferentes cores de substrato demonstraram que as resinas monocromáticas mimetizam melhor cavidades rasas e substratos de cores mais claras.^{34,35}



Além disso, o acabamento e polimento influenciam a estabilidade de cor das restaurações em resina composta, deixando a superfície dos materiais dentários lisa e evitando o acúmulo de placa e a descoloração.³⁶ Da mesma forma, o repolimento é capaz de reduzir a pigmentação e recuperar a cor do material para níveis aceitáveis, principalmente para agentes com menor potencial pigmentante.³⁷ Sabe-se que a ação dos polidores promove a remoção dos pigmentos presentes na superfície do material, como demonstrado nas amostras de resina composta multicolorida imersas em vinho, que apresentaram redução significativa da pigmentação. No entanto, como demonstrado por Leite et al. (2014),²⁷ o repolimento é capaz de reduzir a

descoloração, mas não é suficiente para removê-la por completo.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo, pode-se concluir que a água não influenciou a estabilidade da cor dos materiais nos diferentes períodos de análise. O vinho tinto promoveu uma intensa pigmentação dos materiais em todos os períodos de análise, sendo significativamente maior em 7 e 30 dias. A resina composta convencional apresentou redução significativa da pigmentação após o polimento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FGM Dental Group por fornecer os materiais necessários para a realização deste estudo.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the color variation (ΔE) of a monochromatic composite resin compared to a conventional composite resin immersed in wine. Twenty-eight human teeth were assessed using a spectrophotometer. Forty cavities were prepared and restored with monochromatic composite resin or with a conventional composite resin of the corresponding color. Restorations received were finished and rectified, and samples were immersed in distilled water for 7 days for initial evaluation of the restoration. Samples were incubated in red wine or distilled water (control) for 1, 7, and 30 days, after which the samples and the crown were reevaluated. The ΔE between the different periods was analyzed using the CIEDE2000 formula. The ΔE results of two-way ANOVA analyses with repeated measures, applied Tukey's post hoc test ($p \leq 0.05$) and considering the perceptibility (≥ 0.81) and acceptability (≥ 1.77) indexes for CIEDE2000. The materials underwent intense pigmentation since the 1-day analysis, extrapolating the acceptability index, which was significantly higher in the 7 and 30-day periods, even after polishing. Both materials used a ΔE when immersed in the same solution. It can be concluded that the wine showed a high degree of pigmentation, particularly at 7 and 30 days, and that repolishing the conventional composite resin significantly reduced its pigmentation, with no statistical difference compared with the monochromatic composite resin.

Keywords: Color; Staining; Composite Resins

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kim D, Park SH. Color and Translucency of Resin-based Composites: Comparison of A-shade Specimens Within Various Product Lines. *Oper Dent*. 2018;43(6):642-655.
2. Bratner S, Hannak W, Boening K, Klinke T. Color determination with no-match-templates using two different tooth color scales-An in vitro evaluation. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(6):593-600.
3. Browning WD, Contreras-Bulnes R, Brackett MG, Brackett WW. Color differences: polymerized composite and corresponding Vitapan Classical shade tab. *J Dent*. 2009;37(Suppl 1):34-9.
4. Paolone G, Orsini G, Manauta J, Devoto W, Putignano A. Composite shade guides and color matching. *Int J Esthet Dent*. 2014;9(2):164-82.
5. Denadai JVA, Zimmer R, Reston EG, Arossi GA. Color variation of composite resins in relation to the Vita Classical shade guide: colorimetric analysis. *Braz J Oral Sci*. 2024;23(00):e240869.
6. Chen F, Toida Y, Islam R, Alam A, Chowdhury AFMA, Yamauti M, Sano H. Evaluation of shade matching of a novel supra-nano filled esthetic resin composite employing structural color using simplified simulated clinical cavities. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(6):874-83.
7. Lowe RA. Omnichroma: One Composite That Covers All Shades for an Anterior Tooth. *Compend Contin Educ Dent*. 2019;40(Suppl 1):8-10.
8. de Abreu JLB, Sampaio CS, Benalcázar Jalkh EB, Hirata R. Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2021 Mar;33(2):269-76.
9. Pereira Sanchez N, Powers JM, Paravina RD. Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31(5):465-70.
10. Yamaguchi S, Karaer O, Lee C, Sakai T, Imazato S. Color matching ability of resin composites incorporating supra-nano spherical filler producing structural color. *Dent Mater*. 2021;37(5):269-75.



11. Padiyar N, Kaurani P. Colour stability: An important physical property of esthetic restorative materials – Review. *IJDSCR*. 2010;1(1):81-4.
12. Silva MF, Dias MF, Lins-Filho PC, Silva CH, Guimarães RP. Color stability of Bulk-Fill composite restorations. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(11):e1086-90.
13. Borges MG, Silva GR, Neves FT, Soares CJ, Faria-E-Silva AL, Carvalho RF, Menezes MS. Oxygen Inhibition of Surface Composites and Its Correlation with Degree of Conversion and Color Stability. *Braz Dent J*. 2021;32(1):91–7.
14. Port EZ, Zimmer R, Reston EG, Arossi GA. Avaliação de manchamento de uma resina composta nanohíbrida após acabamento e polimento por diferentes discos de lixa. *ROBRAC*. 2024;33(92):1–14.
15. Fu Y, Tippetts CA, Donev EU, Lopez R. Structural colors: from natural to artificial systems. *Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol*. 2016;8(5):758-75.
16. Miletic V, Marjanovic J, Veljovic DN, Stasic JN, Petrovic V. Color stability of bulk-fill and universal composite restorations with dissimilar dentin replacement materials. *J Esthet Restor Dent*. 2019 Sep;31(5):520-8.
17. Ersöz B, Karaoğluanoğlu S, Oktay EA, Aydın N. Resistance of Single-shade Composites to Discoloration. *Oper Dent*. 2022;47(6):686-92.
18. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez Mdel M. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27 (Suppl 1):1-9.
19. Rohym S, Tawfeek HEM, Kamh R. Effect of coffee on color stability and surface roughness of newly introduced single shade resin composite materials. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):236.
20. Demarco FF, Collares K, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR de, Opdam NJ. Should my composite restorations last forever? Why are they failing?. *Braz Oral Res*. 2017;31(Suppl. 1):e56.
21. Blum IR, Özcan M. Reporative dentistry: Possibilities and limitations. *Curr. Oral Health Rep*. 2018;5(4):264–9.
22. Hein S, Morović J, Morović P, Saleh O, Lüchtenborg J, Westland S. How many tooth colors are there? *Dent Mater*. 2024;S0109-5641(24)00307-5.
23. Hussain SK, Al-Abbasi SW, Refaat MM, Hussain AM. The effect of staining and bleaching on the color of two different types of composite restoration. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(12):e1233-38.
24. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent*. 2009;101(3):193-9.
25. Gómez-Polo C, Portillo Muñoz M, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent*. 2016;115(1):65-70.
26. Ergücü Z, Türkün LS, Aladag A. Color Stability of Nanocomposites Polished with One-Step Systems. *Operative Dentistry*. 2008 Jan 1;33(4):413–20.
27. Leite MLAES, Silva FDSDCME, Meireles SS, Duarte RM, Andrade AKM. The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites. *Eur J Dent*. 2014;8(3):330-6.
28. El-Rashidy AA, Abdelraouf RM, Habib NA. Effect of two artificial aging

- protocols on color and gloss of single-shade versus multi-shade resin composites. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):321.
29. Tanthanuch S, Kukiattrakoon B, Peerasukprasert T, Chanmanee N, Chaisomboonphun P, Rodklai A. The effect of red and white wine on color changes of nanofilled and nanohybrid resin composites. *Restor Dent Endod*. 2016;41(2):130-6.
 30. Amaral NR, Portella FF, Zimmer R, Reston EG, Arossi GA. Influência do polimento na estabilidade de cor de uma resina composta após imersão em diferentes substâncias corantes. *JOI*. 2020;9(2):1-12.
 31. Tsitrou E, Kelogrigoris S, Koulaouzidou E, Antoniadou-Halvatjoglou M, Koliniotou-Koumpia E, van Noort R. Effect of extraction media and storage time on the elution of monomers from four contemporary resin composite materials. *Toxicol Int*. 2014;21(1):89-95.
 32. Bansal K, Acharya SR, Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2012;15(3):283-8.
 33. Tejada-Casado M, Pérez MM, Della Bona A, Lübke H, Ghinea R, Herrera LJ. Chroma-dependence of CIEDE2000 acceptability thresholds for dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2024;36(3):469-76.
 34. Cardoso MB, Zimmer R, Antonow B, Portella FF, Reston EG. Mimetização da cor de uma resina composta unicromática em substratos de diferentes cores. *Rev Odontol Arac*. 2025;46(1):20-27.
 35. Oliveira JLAA, Zimmer R, Portella FF, Reston EG. Capacity of monochromatic composite resins to play a mimetic role for substrates with different shades. *RFO UPF*. 2025;30(1):1-10.
 36. Başeren M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *J Biomater Appl*. 2004;19(2):121-34.
 37. Turkun LS, Canevi C, Degirmenci A, Boyacioglu H. Can wheel polishers improve surface properties and color stability of monochromatic resin composites? *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1199.