

Artigo Original de Pesquisa
Original Research Article

Variação de cor de blocos de cerâmicas para CAD/CAM em relação às escalas Vita Classical e Vita 3D Master: análise colorimétrica com espectrofotômetro

Color variation of ceramic blocks for CAD/CAM in relation to Vita Classical and Vita 3D Master shade guide: colorimetric analysis with spectrophotometer

Roberto Zimmer^{1,3}
Eveline Ervis Trindade²
Eduardo Galia Reston³
Guilherme Anziliero Arossi⁴

Autor para correspondência:

Roberto Zimmer
Universidade Feevale, Curso de Odontologia
RS-239, 2755 – Vila Nova
CEP 93525-075 – Novo Hamburgo – RS – Brasil
E-mail: beto.zimmer@hotmail.com

¹ Curso de Odontologia, Universidade Feevale – Novo Hamburgo – RS – Brasil.

² Curso de Odontologia, Universidade Luterana Brasil – Canoas – RS – Brasil.

³ Clínica privada – Porto Alegre – RS – Brasil.

⁴ AEGD Program, Department of Comprehensive Dentistry, University of Maryland School of Dentistry – Baltimore – MD – United States of America.

Data de recebimento: 25 fev. 2022. Data de aceite: 22 ago. 2022.

Palavras-chave:

cor; cerâmica;
espectrofotometria.

Resumo

Introdução: As cerâmicas CAD/CAM têm o objetivo de restabelecer a estrutura dental perdida com maior agilidade. No entanto a diferença cromática entre os diferentes tipos de materiais pode acarretar erros da técnica mesmo após a seleção de cor, por causa da ausência de uma padronização entre as cerâmicas e a sua cor correspondente nas escalas Vita Classical e Vita 3D Master. **Objetivo:** Quantificar, com o uso do espectrofotômetro, a variação de cor de diferentes cerâmicas CAD/CAM em relação à sua cor correspondente nas escalas Vita Classical e Vita 3D Master. **Material e métodos:** As cerâmicas

feldspáticas (FIA2, FVA2, FIB1) e dissilicato de lítio (DLA1 e DLA2) foram fresadas (n=6) com 2 mm de espessura. As mensurações de cor dos corpos de prova e de suas cores correspondentes na escala Vita Classical e Vita 3D Master foram realizadas com o uso do aparelho espectrofotômetro Vita Easy Shade Advance 4.0 sobre um fundo preto; as variações de cor foram calculadas por meio da fórmula CIEDE2000, considerando os valores de $\geq 0,81$ e $\geq 1,77$ como limites para perceptibilidade e aceitabilidade, respectivamente. Os resultados foram analisados pelos testes Anova/Tukey. **Resultados:** Em relação à escala Vita Classical, todos os materiais avaliados apresentaram uma variação de cor perceptível e apenas a cerâmica FIB1 evidenciou uma variação de cor clinicamente aceitável. Em relação à escala Vita 3D Master, todas as amostras tiveram uma variação de cor superior considerada clinicamente inaceitável. **Conclusão:** De modo geral, os materiais restauradores indiretos avaliados apresentaram incompatibilidade com as suas cores correspondentes nas escalas Vita Classical e Vita 3D Master.

Keywords:

color; ceramics;
spectrophotometer.

Abstract

Introduction: CAD/CAM ceramics aim to restore compromised dental structure with greater agility. However, the chromatic difference between different types of materials can lead to errors in the technique even after color selection, due to the absence of a standardization between the ceramics and their corresponding color in the Vita Classical and Vita 3D Master guides. **Objective:** To quantify, with the use of the spectrophotometer, the color variation of different CAD/CAM ceramics in relation to their corresponding color in the Vita Classical and Vita 3D Master shade guides. **Material and methods:** The feldspathic ceramics (FIA2, FVA2, FIB1) and lithium disilicate (DLA1 and DLA2) were milled (n=6) with a thickness of 2 mm. The color measurements of the specimens and their corresponding colors on the Vita Classical and Vita 3D Master guides were performed using the Vita EasyShade Advance 4.0 spectrophotometer on a black background and color variations were calculated using the CIEDE2000 formula, considering the values of $\geq 0,81$ and $\geq 1,77$ as limits for perceptibility and acceptability, respectively. The results were analyzed by Anova/Tukey tests. **Results:** Regarding the Vita Classical shade guide, all the materials evaluated showed a perceptible color variation and only the FIB1 ceramic showed a clinically acceptable color variation. Regarding the Vita 3D Master shade guide, all samples showed a higher color variation considered clinically unacceptable. **Conclusion:** In general, the indirect restorative materials evaluated showed incompatibility with their corresponding colors in the Vita Classical and Vita 3D Master shade guides.

Introdução

A odontologia restauradora estética tem o objetivo de restabelecer a estrutura dental comprometida de forma natural e harmônica. Dentre os materiais disponíveis, as cerâmicas odontológicas têm sido bastante utilizadas graças às suas

características estéticas, à sua biocompatibilidade e excelente estabilidade de cor [24]. A tecnologia CAD/CAM vem auxiliando profissionais na realização de restaurações indiretas em menor tempo, obtendo resistência, estética e precisão. A fresagem de blocos de cerâmicas pré-fabricados proporciona aos cirurgiões-dentistas e técnicos em prótese

dentária uma maior agilidade e controle de questões referentes a cor, translucidez e anatomia, possibilitando a confecção de um trabalho com características semelhantes às dos dentes naturais [27]. As cerâmicas mais utilizadas com esse sistema são à base de dissilicato de lítio e feldspáticas [29].

O dissilicato de lítio é o material rotineiramente mais usado em virtude de suas propriedades ópticas singulares, facilidade de fabricação e resistência, melhor integridade marginal e menor porosidade [11]. Sua estrutura constitui-se de uma matriz vítrea cercada por uma etapa cristalina, formando um vidro homogêneo; suas propriedades físicas e mecânicas são melhoradas após o tratamento térmico. Por cristalizar de maneira homogênea, ter excelente estabilidade térmica e física, tal cerâmica torna-se um dos materiais mais relevantes para a reabilitação na odontologia. Em comparação com a cerâmica feldspática, apresenta uma resistência até cinco vezes maior graças ao reforço de cristais de dissilicato de lítio. Esse material está disponível no mercado em variadas formas em relação a cor, translucidez e opacidade e, embora tenha uma pequena tendência à fratura, quando a prótese é confeccionada em contorno completo apresenta menos risco de fratura [11].

As cerâmicas feldspáticas foram as primeiras a serem produzidas em alta fusão. O material dispõe de boa qualidade estética e pouca resistência, sendo indicadas para dentes anteriores com pouco atrito ou estresse oclusal [9]. Constituída por 60% de feldspato, tem em sua composição uma matriz vítrea com partículas dispersas, como leucita, fluorapatita e alumina, apresentando características semelhantes às dos dentes, como a translucidez, e um grau de expansão térmica linear resistente a compressão e degradação hidrolítica [18]. Por causa de sua baixa resistência, as cerâmicas feldspáticas foram aprimoradas com adição de outros componentes, como alumina, zircônia e spinel, duplicando o fator resistência a flexão, porém a opacidade foi potencializada, sendo indicadas para dentes posteriores. Após a adição de partículas de leucita, sua resistência triplicou, e houve aprimoramento dos fatores ópticos, passando a serem indicadas para tratamento restaurador de dentes anteriores e posteriores [3].

Para melhores resultados estéticos, além da correta seleção do material, é de extrema importância o conhecimento da anatomia e estrutura

dental para a realização de trabalhos com maior riqueza de detalhes e caracterização semelhante à dos dentes naturais [17]. Da mesma forma, a seleção de cor é um passo delicado que exige técnica e grande conhecimento relacionados a fatores como translucidez, luminosidade e opacidade. É indispensável que a comunicação com o laboratório e/ou técnico em prótese dentária seja clara, técnica e precisa, para que se tenha êxito no resultado do trabalho [15].

A estrutura dental é policromática, composta por polpa, dentina, cemento e esmalte, cada uma com sua respectiva cor. A diferença de espessura de esmalte em diferentes partes da estrutura dental e a cor exclusiva da dentina são fatores que determinam seu policromatismo [4, 30]. A influência mútua da luz com o esmalte, juntamente com dentina e polpa são responsáveis pelo aspecto visual, translucidez e diferentes medidas de opacidade dos dentes. A dentina é o principal responsável pelo matiz, que significa o nome da cor na escala Vita Classical, representado pela codificação A = laranja, B = amarelo, C = amarelo acinzentado e D = marrom. O valor é a diferença de luminosidade de uma cor, e o croma significa a saturação dessa cor [6].

A seleção da cor tornou-se um grande desafio tanto para o cirurgião-dentista quanto para o técnico em prótese dentária. A escolha correta da cor é fator determinante no sucesso do tratamento, e qualquer interferência na relação dentista/laboratório pode ocasionar a dessemelhança do trabalho com a cor natural dos dentes [26]. De maneira geral, a tomada de cor é realizada de forma subjetiva com auxílio de escalas de cores. No entanto os materiais não possuem homogeneidade de cor em relação às escalas Vita Classical, Vita 3D Master e às escalas de seus respectivos fabricantes [2, 10, 29]. De maneira objetiva, a tomada de cor pode ser realizada com o uso do espectrofotômetro, de forma complementar e não substituindo a utilização de escalas. Contudo não há uma padronização entre os diferentes métodos de seleção de cor [14].

A complexidade da escolha de cor na odontologia, em decorrência de diferentes fatores e variáveis, traz cada vez mais a necessidade da utilização de instrumentos e diferentes alternativas para complementar o método visual. Com grande aceitação na Odontologia, o espaço de cores criado pela Comissão Internacional de Iluminação CIE $L^*a^*b^*$ e CIE L^*C^*h e o ΔE^* associados estabeleceu

parâmetros para facilitar o processo de seleção por meio de fórmulas. A fórmula CIEDE2000 é considerada a mais sofisticada, pois corrige a não uniformidade do espaço CIE $L^*a^*b^*$. Já em CIEDE2000 realizaram-se ajustes específicos em que as diferenças de luminosidade (ΔL^*), saturação (ΔC^*) e tonalidade (ΔH^*) foram substituídas pelas coordenadas SL, SC e Sh, respectivamente [8, 18].

Assim, o objetivo do presente estudo foi quantificar, com o uso do espectrofotômetro, a variação de cor de diferentes cerâmicas CAD/CAM em relação à sua cor correspondente nas escalas Vita Classical e Vita 3D Master.

Material e métodos

Obtenção dos corpos de prova de cerâmicas

A partir de blocos cerâmicos para CAD/CAM (tabela I), cortados com a utilização de discos diamantados (MegaDisc Diamante; Odontomega, Ribeirão Preto, SP), foram obtidos corpos de prova (n=6) de 2 mm de espessura e de diâmetro suficientes para a leitura. As amostras de dissilicato de lítio foram queimadas (EDG iPress Intelligence System, São Carlos, SP) em uma temperatura de 810°C durante 10 minutos.

Tabela I - Composição e características das cerâmicas utilizadas

Grupo	Composição	Cor	Translucidez	Marca	Lote
DLA1	Dissilicato de lítio	A1	Baixa translucidez	Rosetta SM LTC14/A1	AAE05KF0703
DLA2	Dissilicato de lítio	A2	Alta translucidez	Rosetta SM HTC14/A2	AAO06JH1601
FIA2	Feldspática	A2	Baixa translucidez	Ivoclar Vivadent IPS EMPRESS CAD LT A2/ C14	W29214
FVA2	Feldspática	A2	Baixa translucidez	VITABLOCS Mark II A2/I14	T47690
FIB1	Feldspática	B1	Baixa translucidez	Ivoclar Vivadent IPS EMPRESS CAD LT B1/C14	w15938

Aferição de cor das amostras

Sobre um fundo preto e com o auxílio de um espectrofotômetro Vita EasyShade® Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha), realizaram-se as leituras dos corpos de prova e os parâmetros de cor foram obtidos por meio dos sistemas CIE $L^*a^*b^*$ e CIE L^*C^*h , os quais são definidos pela CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). Os dados mensurados em cada amostra foram inseridos no instrumento de coleta de dados.

Aferição de cor das escalas de cores

Sobre um fundo preto e com auxílio de uma matriz de acrílico transparente personalizada com uma perfuração localizada na região central da amostra, efetuou-se a leitura das cores escala Vita Classical correspondentes às cores dos materiais utilizados.

As cores da escala Vita 3D Master foram selecionadas de acordo com a compatibilidade entre as escalas Vita Classical e Vita 3D Master, descritas por Hassel *et al.* [12] e Zenthöfer *et al.* [32] (tabela II). As análises dos parâmetros de cor foram feitas conforme descrito anteriormente e as palhetas que apresentaram maior proximidade de cor com o material foram selecionadas para análise estatística [12, 32].

Tabela II - Compatibilidade de cor das escalas Vita Classical e Vita 3D Master

Escala Vita Classical	Escala Vita 3D Master	
	Hassel <i>et al.</i> [21]	Zenthöfer <i>et al.</i> [32]
A1	1M2	-
A2	2M2	1M2; 2L1.5; 2M2
B1	1M1; 2M1	1M1

A variação total de cor ΔE dos corpos de prova em relação às escalas Vita Classical e Vita 3D Master foi determinada por intermédio do sistema CIEDE2000 (2:1:1), mediante a seguinte fórmula:

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

Em que ΔE_{00} é a variação total de cor em CIEDE2000; ΔL , ΔC e ΔH são as diferenças de luminosidade, croma e matiz para um par de amostras; R_T é a função de rotação, que é responsável pela interação entre diferenças de croma e matiz na região azul; os fatores paramétricos K_L , K_C , K_H são termos de correção para condições experimentais; S_L , S_C , S_H são os coeficientes de ponderação e ajustam a diferença de cor total para variação na localização do par de diferença de cor nas coordenadas L, a, b [21].

Análise dos dados

Os resultados de ΔE entre as cerâmicas e as suas cores correspondentes nas escalas Vita Classical e Vita 3D Master foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk e Levene para verificação da normalidade e homocedasticidade dos dados, respectivamente. A seguir, avaliaram-se os dados pelo teste Anova a um critério. Para identificação das diferenças entre os grupos, empregou-se o teste Tukey. Todos os testes estatísticos foram considerados a um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados

Comparando as cerâmicas com as suas cores correspondentes na escala Vita Classical, todos os materiais estudados apresentaram uma variação de cor (ΔE) superior aos valores de perceptibilidade ($\geq 0,81$); em relação aos valores de aceitabilidade ($\geq 1,77$), apenas o grupo FIB1 demonstrou uma variação clinicamente aceitável. Quanto à escala Vita 3D Master, todos os materiais tiveram uma variação de cor superior aos valores de perceptibilidade e aceitabilidade.

Quando analisados estatisticamente, em relação à escala Vita Classical, os grupos FIB1 ($\Delta E = 1,39 \pm 0,21$) e FVA2 ($\Delta E = 1,98 \pm 0,08$) apresentaram a menor variação de cor, sem diferença estatística entre si. Os grupos DLA1, FVA2 e DLA2 evidenciaram maiores valores de variação de cor, com diferença estatística dos materiais analisados, conforme demonstrado na tabela III.

Tabela III - Média e desvio-padrão da variação de cor (ΔE) das cerâmicas em relação à escala Vita Classical

Grupo	ΔE
FIB1	1,39±0,21 A
FIA2	1,98±0,08 A
DLA1	3,66±0,12 B
FVA2	5,67±0,08 C
DLA2	10,24±1,77 D

Analisaram-se as cores correspondentes na escala Vita 3D Master (tabela IV); aquelas que apresentaram a menor variação de cor em relação às amostras foram averiguadas estatisticamente. As cerâmicas FIB1, FIA2 e DLA1 evidenciaram estatisticamente a menor variação de cor, enquanto o DLA2 ($\Delta E = 7,34 \pm 1,80$) teve uma variação de cor estatisticamente superior à dos outros materiais analisados, como demonstra a tabela V.

Tabela IV - Média e desvio-padrão da variação de cor (ΔE) das cerâmicas em relação às suas cores correspondentes na escala Vita 3D Master

	Escala Vita Classical	Escala Vita 3D Master	ΔE
DLA1	A1	1M2	1,89±0,09*
DLA2	A2	1M2	8,76±1,77
DLA2	A2	2L1.5	7,34±1,80*
DLA2	A2	2M2	7,92±1,85
FIA2	A2	1M2	2,52±0,05
FIA2	A2	2L1.5	2,98±0,07
FIA2	A2	2M2	1,99±0,08*
FVA2	A2	1M2	4,17±0,08
FVA2	A2	2L1.5	3,14±0,07*
FVA2	A2	2M2	4,40±0,08
FIB1	B1	1M1	1,17±0,26*
FIB1	B1	2M1	2,71±0,15

* Menor variação de cor (ΔE) de cada material em relação à escala Vita 3D Master

Tabela V - Média e desvio-padrão da variação de cor (ΔE) das cerâmicas em relação à escala Vita 3D Master

Grupo	ΔE
FIB1	1,17±0,26 A3
FIA2	1,99±0,08 A
DLA1	1,89±0,09 A
FVA2	3,14±0,07 B
DLA2	7,34±1,80 C

Discussão

A seleção de cor pelo método visual é realizada por meio de escalas de cores, sendo as escalas Vita Classical e Vita 3D Master comumente utilizadas. No entanto os blocos cerâmicos são oferecidos seguindo apenas as cores da escala Vita Classical. Para a análise da variação de cor entre as amostras e a sua cor correspondente na escala Vita 3D Master, foram necessárias leituras de diferentes cores dessa escala, com base nos estudos de Hassel *et al.* [12] e Zenthöfer *et al.* [32]. No presente estudo, pode-se observar que, pela maior variedade de cores, a escala Vita 3D Master possui maior compatibilidade de cor com as amostras, corroborando com os resultados de Öngül *et al.* [19] e Corciolani *et al.* [5], que afirmam que tal escala tem uma variação de cor consideravelmente menor em relação à cor do dente e da cerâmica.

Um dos métodos mais usados para a avaliação de cor é o CIEL*a*b*, o qual se apresenta como um espaço de cores uniforme, havendo a necessidade da inclusão de fatores de ponderação. Assim, a fórmula CIEDE2000 visa fazer correções específicas para o ajuste da medição e avaliação visual da cor. O cálculo baseia-se na diferença de luminosidade ΔL , saturação ΔC e tonalidade ΔH , com ajustes que utilizam os coeficientes (SL, SC e SH) e constantes (coeficientes paramétricos) ($K_L:K_C:K_H$). Estudos recentes demonstram que a CIEDE2000 ($K_L:K_C:K_H$) obteve melhores resultados no fator visível a olho humano e melhor aceitação em relação à diferença de cor entre as cores dos dentes [8, 21]. As constantes (2:1:1) apresentam a melhor *performance* para quantificar a diferença de cor entre a estrutura dentária, materiais restauradores e diferentes escalas [23].

Paravina *et al.* [20] estabeleceram, por meio de um trabalho realizado em sete grandes centros de pesquisa, valores de perceptibilidade e aceitabilidade das variações de cor (ΔE). No sistema CIE L*a*b* os índices de perceptibilidade e aceitabilidade são

$\Delta E = 1,22$ e $\Delta E = 2,66$, respectivamente. Graças ao aprimoramento da fórmula CIEDE2000, com correções específicas para o ajuste da medição e avaliação visual da cor, os valores limítrofes de variação de cor são menos abrangentes que o sistema anterior, considerando $\Delta E = 0,81$ e $\Delta E = 1,77$ como índices de perceptibilidade e aceitabilidade, respectivamente.

Estudos demonstram que a análise instrumental é capaz de fazer uma análise precisa e mais confiável, além de permitir a replicação colorimétrica para a peça cerâmica de maneira mais fiel [13, 31]. Mesmo assim, nenhuma fórmula de diferença de cor é considerada 100% eficiente, visto que a análise objetiva necessita ser acompanhada da experiência da percepção visual humana [21].

Diversos fatores afetam a coloração final da restauração [22]. Al Hamad *et al.* [1], com o uso de espectrofotômetro, demonstraram significativas alterações de cor em relação ao fundo utilizado para a análise. Em virtude da dificuldade de obtenção de substratos dentários uniformes, há a necessidade de padronização da análise de cor com o objetivo de facilitar a comparabilidade das amostras. No presente estudo, a análise espectrofotométrica ocorreu sobre um fundo preto, o qual é considerado a melhor alternativa para simular o fundo da cavidade bucal [20].

Fatores como translucidez, opacidade e opalescência dos materiais são determinantes para a composição final da cor. Della Bona *et al.* [7] avaliaram as propriedades óticas de blocos cerâmicos HT (alta translucidez) e LT (baixa translucidez) e concluíram que a translucidez é afetada pela quantidade de conteúdo cristalino, favorecendo a passagem de luz e percepção da influência da cor do substrato dentário. No presente estudo, os blocos cerâmicos do único grupo que apresentava um material com alta translucidez (DLA2) evidenciaram, estatisticamente, a maior variação de cor em relação às duas escalas. Tal resultado pode ser explicado pela influência da cor de fundo utilizada e, clinicamente, pela cor substrato dentário [22]. Clinicamente essa situação pode ser atenuada com a utilização de cimentos opacos e de cerâmicas com maiores espessuras [28].

A maior parte dos materiais avaliados no presente estudo demonstrou uma variação de cor superior ao considerado clinicamente aceitável ($\Delta E = 1,77$). Corroborando com os resultados do presente estudo, Al Hamad *et al.* [1] também avaliaram, por meio de análise espectrofotométrica, a cor de cerâmicas CAD/CAM e, usando a fórmula CIEDE2000, observaram que todos os materiais

estudados, dentre eles o dissilicato de lítio, tiveram uma variação de cor superior ao clinicamente aceitável. Ambos os estudos avaliaram as cerâmicas sem glaze, visto que essa etapa altera o aspecto da coloração final da peça.

A utilização de blocos multicoloridos tem o objetivo de promover uma transição da coloração de maneira similar à variação de cor do dente natural. Contudo não há evidências de que esse tipo de material promova uma melhora estética do resultado do trabalho [25]. Em muitos casos, com o objetivo de corrigir pequenas discrepâncias de cores e promover uma maior caracterização sobre a superfície da cerâmica, a técnica visual de pintura, também conhecida como “maquiagem”, vem sendo utilizada frequentemente. No entanto o objetivo da tecnologia CAD/CAM é possibilitar uma agilidade e precisão na execução de restaurações indiretas, e a realização dessa técnica permite um aumento de etapas necessárias para o desenvolvimento de um trabalho considerado clínica e esteticamente aceitável. Essas alternativas são necessárias em virtude do fato de as cerâmicas apresentarem uma variação de cor em relação à sua correspondente nas escalas Vita Classical e Vita 3D Master.

Conclusão

Considerando as limitações do presente estudo, pode-se concluir que as cerâmicas odontológicas fresáveis avaliadas apresentaram variações de cor perceptíveis em relação às escalas Vita Classical e Vita 3D Master. Além disso, todas as amostras, exceto o dissilicato de lítio A2, extrapolaram o limite de aceitabilidade considerado pela fórmula CIEDE2000.

Agradecimentos

Este estudo foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001 e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) – Edital 03/2018 Pró-Equipamentos.

Referências

1. Al Hamad KQ, Obaidat II, Baba NZ. The effect of ceramic type and background color on shade reproducibility of all-ceramic restorations. *J Prosthodont*. 2020;29(6):511-7.
2. Alghazali N, Preston A, Moaleem M, Jarad F, Aldosari AA, Smith P. The effects on different spectrophotometric modes on colour measurement of resin composite and porcelain materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018;26(4):163-73.
3. Andrade AO, Silva IVS, Vasconcelos MG, Vasconcelos RG. Cerâmicas odontológicas: classificação, propriedades e considerações clínicas. *Rev Salusvita*. 2017;36(4):1129-52.
4. Baltzer A, Kaufmann-Jinoian V. La determinación del color del diente. *Quintessenz Zahntechnik*. 2004;30(7):726-40.
5. Corciolani G, Vichi A, Goracci C, Ferrari M. Colour correspondence of a ceramic system in two different shade guides. *J Dent*. 2009;37(2):98-101.
6. Dantas AAR, Florez FLE, Campos EA, Andrade MF, Saad JRC, Oliveira Júnior OB. Correspondência de cor de diferentes marcas e sistemas de resina composta em relação à escala Vita Classical. *RPG Rev Pós-Grad*. 2011;18(1):45-51.
7. Della Bona A, Nogueira AD, Oscar E, Pecho OE. Optical properties of CAD-CAM ceramic systems. *J Dent*. 2014;42(9):1202-9.
8. Ghines R, Péres MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Limiares de diferença de cor em cerâmicas odontológicas. *J Dent*. 2010;38:E57-E64.
9. Gomes EA, Assunção WG, Rocha EP, Santos PH. Cerâmicas odontológicas: o estado atual. *Cerâmica*. 2008;54:319-25.
10. Goyatá FR, Moreno A, de Aguiar AN, Barreiros ID, Moreira lanza CR, Talma E. Comparação da fidelidade da cor de cerâmicas quando comparadas com as suas respectivas escalas. *Rev Nacional Odontol*. 2018;14(27).
11. Haralur SB, Raqe S Alqahtani N, Alhassan Mujayri F. Effect of hydrothermal aging and beverages on color stability of lithium disilicate and zirconia based ceramics. *Medicina (Kaunas)*. 2019;55(11):749.
12. Hassel AJ, Zenthöfer A, Corcodel N, Hildenbrandt A, Reinelt G, Wiesberg S. Determination of Vita Classical shades with the 3D-Master shade guide. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(3-4):721-6.
13. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H et al. Reliability of visual and instrumental color matching. *J Esthet Restor Dent*. 2017;29(5):303-8.

14. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, Almeida CC, Pimentel W, Tossi R. A comparison between, visual, intraoral scanner and spectrophotometer shade matching: a clinical study. *J Prosthet Dent.* 2019;121(2):271-5.
15. Lim HN, Yu B, Lee YK. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *J Prosthet Dent.* 2010;104(4):239-46.
16. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl.* 2001;26(5):340-50.
17. Magne P, Belser U. Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach. 1st ed. Quintessence Publishing Company; 2002.
18. Neis CA, Albuquerque NL, Albuquerque IS, Gomes EA, Souza-Filho CB, Feitosa VP et al. Surface treatments for repair of feldspathic, leucite - and lithium disilicate-reinforced glass ceramics using composite resin. *Braz Dent J.* 2015;26:152-5.
19. Öngül D, Şermet B, Balkaya MC. Visual and instrumental evaluation of color match ability of 2 shade guides on a ceramic system. *J Prosthet Dent.* 2012;108(1):9-14.
20. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27 Suppl 1:S1-9.
21. Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater.* 2016;32(1):82-92.
22. Pérez MM, Della Bona A, Carillo-Pérez F, Dudea D, Pecho OE, Herrera LJ. Does background color influence visual thresholds? *J Dent.* 2020;102:103475.
23. Pérez MM, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent.* 2011;39 Suppl 3:e37-e44.
24. Pires-de-Souza FC, Casemiro LA, Garcia LF, Cruvinel DR. Color stability of dental ceramics submitted to artificial accelerated aging after repeated firings. *J Prosthet Dent.* 2009;101(1):13-8.
25. Reich S, Hornberger H. The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 2002;88(1):44-9.
26. Ribeiro LFA, Grajeda FMC. Cor na odontologia restauradora moderna. *Rev Iniciação Científica Univ Vale do Rio Verde.* 2019;9(1):57-68.
27. Shiraishi T, Wood DJ, Shinozaki N, van Noort R. Optical properties of base dentin ceramics for all-ceramic restorations. *Dent Mater.* 2011;27(2):165-72.
28. Tabatabaian F, Khaledi Z, Namdari M. Effect of ceramic thickness and cement type on the color match of high-translucency monolithic zirconia restorations. *Int J Prosthodont.* 2021;34(3):334-40.
29. Vafaei F, Izadi A, Abbasi S, Farhadian M, Bagheri Z. Comparison of optical properties of laminate veneers made of Zolid FX and Katana UTML zirconia and lithium disilicate ceramics. *Front Dent.* 2019;16(5):357-68.
30. Vanini L. Light and color in anterior composite restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1996;8(7):673-84.
31. Yoshida A, Miller L, Silva JD, Ishikawa-Nagai S. Spectrophotometric analysis of tooth color reproduction on anterior all-ceramic crowns - part 2: color reproduction and its transfer from in vitro to in vivo. *J Esthet Restor Dent.* 2010;22(1):53-63.
32. Zenthöfer A, Cabrera T, Corcodel N, Rammelsberg P, Hassel AJ. Comparison of the Easyshade Compact and Advance in vitro and in vivo. *Clin Oral Investig.* 2014;18(5):1473-9.