

DANIELA ROCHA PIRES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA DIFERENÇA DE COR ENTRE DUAS ESCALAS COMERCIAIS:
VITAPAN CLASSICAL E ESTHET-X**

CAMPO GRANDE – MS

2016

DANIELA ROCHA PIRES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA DIFERENÇA DE COR ENTRE DUAS ESCALAS COMERCIAIS:
VITAPAN CLASSICAL E ESTHET-X**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia nível de Mestrado da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Guimarães de Figueiredo

CAMPO GRANDE - MS

2016

FOLHA DE APROVAÇÃO

DANIELA ROCHA PIRES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA DIFERENÇA DE COR ENTRE DUAS ESCALAS COMERCIAIS:
VITAPAN CLASSICAL E ESTHET-X**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia nível de Mestrado da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Resultado _____ (Aprovado/Reprovado)

Campo Grande (MS), _____ de _____ de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Luiz Guimarães de Figueiredo
Instituição: UFMS

Prof. Dr. Pedro Gregol da Silva
Instituição: UFMS

Prof. Dr. Jeferson Adão de Almeida Matos
Instituição: UFMS

DEDICATÓRIA

Dedico a meus pais, por terem me trazido à vida, por todo amor incondicional, carinho e compreensão. Agradeço do fundo do meu coração a educação correta e exemplar que vocês me transmitiram, e também pelos seus ensinamentos sobre caráter, dignidade e sobre a vida que me permitiram ser o que sou e estar onde estou hoje. Obrigada pelos esforços e sacrifícios que vocês fizeram para poder oferecer sempre o melhor possível à nós, seus filhos, pela preocupação com nosso futuro, por todo apoio emocional, profissional e financeiro, e por me proporcionarem a oportunidade de realizar meus sonhos. A vocês, o meu orgulho de ser sua filha, a minha admiração por serem os pais que são, o meu respeito e minha eterna e imensa gratidão. Muito Obrigada, amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter me presenteado com a vida e com uma família maravilhosa, que é meu porto seguro.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de realizar um curso de excelência.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia em nível de Mestrado pela organização e oportunidade.

Ao meu orientador e amigo professor Dr. José Luiz Guimarães de Figueiredo, a quem muito respeito e admiro. Minha profunda gratidão pela confiança em mim depositada e pela disponibilidade de atender a um pedido especial. Pela convivência, amizade, apoio, palavras de incentivo e conhecimentos transmitidos os meus sinceros agradecimentos. Agradeço também pela orientação segura, pelas conversas, conselhos e ensinamentos sobre a vida, que mesmo quando eram poucos minutos valiam mais que um dia inteiro de conversa. Obrigada pelo exemplo de me inspirar a ser uma pessoa melhor. Ao senhor, a minha sincera gratidão e admiração.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de aprender e realizar um dos sonhos da minha vida. Obrigada pelos ensinamentos, pela dedicação e paciência com nossos erros e dúvidas, pelas brincadeiras e acolhimento carinhoso, pelos agradáveis momentos compartilhados.

Aos meus pais Marilin Rocha Pires de Oliveira e Aurélio Teixeira Pires de Oliveira, aos meus irmãos Victor Rocha Pires de Oliveira e Wagner Rocha Pires de Oliveira e ao meu namorado Luis Fernando Carvalho de Oliveira Lima, que apesar de não serem Odontólogos, me apoiaram e incentivaram a concluir esta etapa da minha vida profissional.

À minha instituição de trabalho Marinha do Brasil em especial ao Diretor do HNLa CMG(Md) Álvaro de Figueiredo Bisneto e Chefe da Divisão de Odontologia CC(CD) Eugênio Francisco Pintado Zevallos, primeiramente pela paciência e segundo,

por permitirem que eu realizasse a prova, comparecer às aulas e pudesse concluir o Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

À colega, Bianca Scudeller que se dispôs a colaborar na parte escrita deste trabalho e que foi a primeira incentivadora da minha participação neste mestrado.

E a todos aqueles que contribuíram, de forma direta e indireta, para que o Curso de Pós-Graduação em Odontologia funcione como ferramenta imprescindível de melhoria da qualidade dos profissionais Odontólogos.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 2.1 - Espaço de cor CIELab.....	22
Figura 2.2 - Equação para cálculo do parâmetro ΔE	22
Figura 4.1 - Escala de cor Vitapan Classical , Vita Zahnfabrik®.....	33
Figura 4.2 - Escala de cor Esthet-X, Dentsply®.....	33
Figura 4.3 - Placa de silicone em posição para registro de cor da escala Vitapan Clasical.....	33
Figura 4.4 - Placa de silicone em posição para registro de cor da escala Esthet-X.....	35
Figura 4.5 - Perfurador utilizado para confecção dos orifícios nas placas de silicone...	35
Figura 4.6 - Colorímetro ShadeEye utilizado na pesquisa.....	36
Figura 5.1 - Diferenças entre os valores aferidos para cada componente do sistema CIELab para as escalas de cor VITA e Esthet-X.....	44
Figura 5.2 - Correlação entre valores aferidos nas duas escalas testadas, para a mesma cor. (componente “L”).....	45
Figura 5.3 - Correlação entre valores aferidos nas duas escalas testadas, para a mesma cor. (componente “a”).....	46
Figura 5.4 - Correlação entre valores aferidos nas duas escalas testadas, para a mesma cor. (componente “b”).....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Leitura de cor inicial da escala de cor Vitapan Clasical Vita Zahnfabrik®..	38
Tabela 5.2 - Leitura de cor inicial da escala de cor Esthet-X - Dentsply®	39
Tabela 5.3 - Valores de luminosidade (componente “L” do sistema CIELab) aferidos nas escalas VITA e Esthet-X.....	40
Tabela 5.4 - Valores de cromaticidade (componente “a” do sistema CIELab) aferidos nas escalas VITA e Esthet-X.....	41
Tabela 5.5 - Valores de cromaticidade (componente “b” do sistema CIELab) aferidos nas escalas VITA e Esthet-X.....	42
Tabela 5.6 - Valores das diferenças cromáticas (ΔE) aferidos em ambas escalas	43

LISTA DE ABREVIATURAS

CIE	Comissão internacional de <i>l'Eclairage</i>
FAODO	Faculdade de Odontologia Prof. Albino Coimbra Filho
MI	Mililitro
Mm	Milímetros
ANOVA	Análise de variância

LISTA DE SÍMBOLOS

L* - coordenada de luminosidade de uma cor

a* - coordenada de cromaticidade de uma cor entre vermelho (+) e verde(-)

b* - coordenada de cromaticidade de uma cor entre amarelo (+) e azul (-)

ΔE – delta E = diferença de cor entre as coordenadas L* a* b*

Δa Unidade de diferença de cor da coordenada de cromaticidade a*

Δb Unidade de diferença de cor da coordenada de cromaticidade b*

ΔL Unidade de diferença de luminosidade

® Marca registrada

RESUMO

Oliveira, DRP. **Análise da diferença de cor entre duas escalas comerciais: Vitapan classical e Esthet-x.** Campo Grande; 2016. [Dissertação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

A perfeita reprodução da cor do dente natural tem uma grande influência na satisfação do paciente com o resultado final de procedimentos restauradores e reabilitadores. A evolução de novos materiais odontológicos empregados na estética vem buscando cada vez mais uma padronização na seleção de cores nas escalas, as quais nem sempre possuem as nuances cromáticas dos dentes. Estas escalas apresentam problemas que podem interferir ou mesmo comprometer a determinação correta da cor. Neste trabalho as amostras da escala de cor Vitapan Classical e as amostras correspondentes da escala Esthet-X foram submetidas à mensuração das coordenadas de cor no sistema CIE L*a*b*, com o colorímetro ShadeEye NCC, de modo a determinar quais diferenças apontadas pelo cálculo do ΔE . Os resultados evidenciaram grande variabilidade de ΔE dentro da mesma designação de cor nas escalas utilizadas e que a possibilidade de substituição clínica de uma escala por outra, em função da correspondência de cor, não pode ser estabelecida.

Palavras-chave: Estética dentária, CIE, ShadeEye.

ABSTRACT

Oliveira, DRP. **Color difference analysis between two commercial tooth shade: Vitapan classical and Esthet - x.** Campo Grande; 2016. [Dissertation – Federal University of Mato Grosso do Sul].

The perfect reproduction of the natural tooth color has a great influence on the patient's satisfaction when concerning the outcome of the restorative and rehabilitation procedures. The evolution of new dental materials employed in Aesthetics is increasingly seeking for standardizing the selection of tooth shade in scales, which not ever bring the chromatic nuances of the teeth. These tooth shade present problems that may interfere or even compromise the accurate determination of the color. In this study, the samples in Vitapan Classical tooth shade and their correspondent in Esthet-X tooth scale were submitted to measurement of the color coordinates in the CIE L * a * b * system, with the ShadeEye NCC colorimeter, in order to determine the differences shown by calculating the ΔE . The results denoted large variability within the same ΔE designation of color in the scale. It also demonstrated that it is not possible to replace one scale by another, when considering color matching.

Keywords: restorative esthetics, CIE, ShadeEye.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3 OBJETIVOS.....	32
3.1 Objetivo geral.....	32
3.2 Objetivo específico.....	32
4 METODOLOGIA.....	33
5 RESULTADOS.....	38
5.1 Componente “L”.....	39
5.2 Componente “a”.....	41
5.3 Componente “b”.....	42
5.4 Diferenças cromáticas.....	43
5.5 Análise inferencial.....	44
6 DISCUSSÃO.....	48
7 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
ANEXOS.....	62

1 INTRODUÇÃO

A procura por procedimentos clínicos estéticos em Odontologia tem sido crescente nos últimos anos. Porém, constitui-se em desafio para o profissional, mesmo que experiente, pois a escolha adequada da cor da restauração implica diretamente no sucesso do tratamento restaurador (WEE et al., 2007). Com o aumento da exigência estética por parte dos pacientes, de nada adianta realizar tratamentos restauradores com harmonia de textura e forma, sem que atinja concordância na cor (GRIFFIN, 2009).

Desde Clarck (1931), observa-se que a linguagem popular não define as três dimensões da cor, pois não emprega os termos matiz (tom), croma (saturação) e valor (brilho) na definição da cor, apesar de tais conceitos serem imprescindíveis para que as características da cor sejam transmitidas de maneira clara e específica. Assim determinar a cor adequada em harmonia com a cor do dente natural e em consonância com cada paciente, levando-se em consideração aspectos inerentes ao indivíduo, como a idade e o desejo próprio, ainda é um grande desafio na Odontologia restauradora estética. Além da correta escolha da cor, é imprescindível que haja comunicação de forma concisa, clara e eficiente, entre o clínico e o técnico do laboratório de prótese. Deste modo, com o objetivo de facilitar a seleção de cores e a comunicação, e conseqüentemente, minimizar os erros, várias ferramentas foram desenvolvidas para representar a cor escolhida na variação de cores dos dentes naturais. Dentre as quais, incluem-se as escalas de cores, espectrofotômetro, colorímetros, fotografias impressas ou analisadas digitalmente (LICHTER et al., 2000; JOINER, 2004).

Ainda hoje, é notável a pouca utilização dos termos descritivos da cor pelos profissionais de Odontologia, fazendo com que a comunicação a seu respeito seja vaga e imprecisa. Muitos dentistas sequer sabem seus nomes, e executam trabalhos estéticos pelo método de tentativa e erro. Os profissionais envolvidos ainda resistem à padronização da comunicação técnica da cor para trabalhos estéticos, muitas vezes solicitando ao laboratório que apenas “coloque um pouco mais de amarelo no colo”, sem especificar a intensidade do amarelo que deseja. As escalas de cores têm

deficiências e poucas são elaboradas de forma a organizar a cor dos dentes por suas três dimensões (AMARAL, 2006).

Muitos espaços e coordenadas de cor estão disponíveis para a quantificação da cor. O sistema de referência é o sistema de Munsell, concebido em 1905 pelo artista americano A.H.Munsell. É fabricado a partir de tiras de papel colorido correspondendo à três coordenadas de cor: matiz, valor e croma de Munsel, que mais tarde foram alteradas para Sistema Munsell de Renotação. Esses sistemas expressam a cor pela combinação de uma letra e um número de acordo com os Diagramas de cor de Munsell. Essa notação também é utilizada na escala Vitapan 3-D Master (vita). O espaço de cor CIE, introduzido em 1931 com as coordenadas Yxy , mostrou-se inadequado, pois as cores eram representadas em apenas duas dimensões (matiz e croma), e as cores percebidas não tinham correlação com a percepção visual. Em 1976, a CIE modificou seu espaço de cor para $L^*a^*b^*$, sendo que L^* indica a luminosidade (valor) e a^* e b^* são coordenadas de cromaticidade e matiz (AHMAD, 2008).

Como dito no parágrafo acima, a Comissão Internationale de L'Eclairage (CIE) – organização internacional cujo trabalho baseia-se no uso de luz e cor – desenvolveu métodos para expressar numericamente as cores, sendo que o de mensuração cromática $L^*a^*b^*$, considera três eixos espaciais perpendiculares entre si, cujos pontos fornecem diferenças numéricas mais uniformes em relação às diferenças visuais. Portanto, são três coordenadas, onde L^* é referente à luminosidade do objeto a ser avaliado, podendo variar do preto ao branco, o que permite verificar que o valor de L^* será igual a zero para denotar o preto, enquanto o branco total tem um valor de L^* igual a 100. Os outros componentes cromáticos representam a variação de matiz e croma. O eixo a^* é medido do avermelhado (a^* positivo) ao esverdeado (a^* negativo). O eixo b^* é medido de amarelado (b^* positivo) ao azulado (b^* negativo). As coordenadas a^* e b^* se aproximam do zero para as cores neutras (branco, cinza) e aumentam em magnitude para cores mais saturadas (TAKATSUI, 2011).

Na Odontologia, um sistema mais simples que o sistema de cores de Munsell, baseado numa escala foi desenvolvido, no qual a escala Vita é uma das mais usadas. A

escala Vita Lumin Vacuum é considerada como ideal; uma escala que determina o limite certo do espaço da cor dos dentes naturais com pequenos intervalos entre matiz, valor e croma, que simplifica a escolha da cor pelo usuário (SPROULL, 2001). A escala de cor da Vita é estruturada no princípio da matiz, valor e croma; sendo que existem quatro matizes básicos, representadas por A (avermelhado-marrom), B (avermelhado-amarelo), C(cinza) e D (avermelhado-cinza). O valor é a escala de cinza e a escala de cores pode ser arrumada de acordo com o quão claro (branco) ou quão escuro (preto) é um dente. O terceiro elemento da escala de cores é o croma, que representa a intensidade da cor principal como é indicado pelo número associado à cor principal (matiz), que é A1-A4, B1-B4, C1-C4 e D1-D4 (Noort, 2010). Para uma análise correta da cor, é importante aprender o conceito de interação visual entre o esmalte e a dentina (AHMAD, 2008). As escalas Vita Lumim Vaccum e Vitapan 3DMaster, da Vita Zahnfabrik (Bad Sacking, Germany), se enquadram perfeitamente no sistema de cores de Munsell e, conseqüentemente, nas características primárias das cores dos dentes. (CURD et al., 2006; PARK et al., 2006).

A compreensão da cor e dos fatores que afetam a seleção da cor, a metodologia da combinação das cores, a correta comunicação dos anseios do dentista para o laboratório, os procedimentos mais adequados a serem seguidos e o melhor acabamento a ser dado à restauração formam um complexo estudo do qual a prática odontológica ainda carece (ELAMIN et al., 2015). Apesar de apresentar limitações conhecidas e deficiências, a escala Vitapan Classical (Vita Zahnfabrik, Germany), continua a ser utilizada como referência de cor porque vários produtos, inclusive dispositivos para avaliação instrumental de cor como o EasyShade continuam a utilizar sua classificação como forma de facilitar a compreensão e comunicação com os profissionais e o modelo computacional deve ser utilizado como referência para a complementação das tonalidades de cores disponíveis nas escalas, a fim de se obter melhor correspondência e confiabilidade na avaliação visual, uma vez que as escalas disponíveis mostraram-se limitadas para representar adequadamente a dentição natural (PARAVINA et al., 1998).

Johnston e Kao (1989) propuseram um limiar da percepção visual de acordo com o sistema CIE $L^*a^*b^*$, onde a diferença da cor total (ΔE^*) seria visualmente imperceptível quando não atingisse o valor de 3,7, sendo assim, clinicamente aceitável, sendo este critério utilizado por outros autores (BRISO et al., 2010). Já Um & Ruyter em 1991, propuseram que o limiar de percepção visual onde a diferença da cor total (ΔE^*) seria visualmente imperceptível quando não atingisse o valor 3,3, sendo assim, clinicamente aceitável.

Dado o crescente interesse que o tema desperta; a evolução de novos materiais odontológicos empregados na estética vem buscando cada vez mais uma padronização na seleção de cores nas escalas, as quais nem sempre possuem as nuances cromáticas dos dentes. Estas escalas apresentam problemas que podem interferir ou mesmo comprometer a determinação correta da cor, seja nas restaurações estéticas com resinas ou cerâmicas. Problemas na seleção das amostras na escala comercial são inerentes à escala de cor. Este trabalho com fundamentação nas leituras com o padrão CIE $L^*a^*b^*$ através dos cálculos do ΔE , entre as amostras das escalas Vitapan Classical, da Vita Zahnfabrik (Bad Sacking, Germany) e Estheth-X da Dentsply tem o objetivo de analisar quantitativamente a compatibilidade dos valores obtidos das amostras destas duas escalas quanto à sua propriedade de Luminosidade, Cor e Saturação, usando o colorímetro ShadeEye NCC®.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A cor foi pioneiramente apresentada como uma entidade de três dimensões por Sigfrid Forsius, no ano de 1611, como relatado por Sproull (1973). Depois dele, outros sistemas de cor surgiram, e entre eles, em 1898, o proposto pelo pintor americano Albert Henry Munsell (1858-1918) e adotado pela American Standards Association em 1942. Para a Odontologia, o Sistema de Ordenamento de Cor de Munsell tem sido o sistema de eleição. Seu diagrama representativo é chamado de árvore de cor e organiza as cores tridimensionalmente (BEHLE, 2001).

Segundo Silva e Martins (2003), Isaac Newton (1642-1727) foi quem primeiro observou o espectro visível obtido pela decomposição da luz solar incidente sobre uma das faces de um prisma triangular transparente, atravessando-o e projetando-se sobre um anteparo branco, demonstrando que a luz branca é composta por todas as cores do arco-íris.

O primeiro estudo sobre alterações de cores foi publicado no ano de 1953 por Caul e Schoonover, onde os autores utilizaram um reflectômetro Hunter para relatar os valores na mudança de cores de resinas diretas quando expostas à uma lâmpada. As alterações ocorriam nas primeiras 24 horas através de reações químicas dos aceleradores e catalisadores altamente concentrados nestes materiais.

Os materiais estéticos inovadores têm permitido aos clínicos aprimorar a aparência de vitalidade e translucidez das restaurações odontológicas. Um sorriso atraente passou a significar um estilo de vida saudável, e obter uma aparência natural das restaurações tornou-se uma condição imperativa. No entanto, cerca de 50% das falhas dos trabalhos odontológicos em estética resultam da falha na seleção das suas cores. Alguns profissionais necessitam de 15 minutos para selecionar a cor de um incisivo, enquanto outros precisam de 3 a 10 sessões com o paciente para fazê-lo. (CHU, 2002a). Em geral, os dentistas têm pouco ou nenhum treinamento em fisiologia

da visão ou na ciência da cor, mas que a discriminação, percepção e descrição da cor poderiam ser aprimoradas pelo treinamento afirmam Sorensen e Torres (1987b).

Segundo Saleski (1972), a cor é o resultado da modificação física da luz por corantes quando observada pelo olho humano e interpretada pelo cérebro. É uma complexa interação entre objeto, fonte de luz e observador, e assim, não pode ser considerada uma ciência exata. É subjetiva, e não objetiva. Para McPhee (1985), a cor não é uma parte física de algo que vemos, é simplesmente o efeito visual das ondas de luz refletindo ou atravessando um objeto. A experiência da cor existe apenas no cérebro do observador e por isso ela é relativa. Não depende apenas da habilidade da substância em absorver, refletir ou transmitir a luz nela incidente, mas da qualidade da luz e da habilidade do olho estimular o cérebro a interpretar essa energia eletromagnética como cor.

A luz visível é dividida em sete cores do espectro, ou seja, para cada um dos comprimentos de onda do espectro visível corresponde uma luz que determina uma cor: violeta, anil, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho, em ordem crescente de comprimentos de onda e decrescente de energia. Os comprimentos de onda do vermelho, 610 a 760nm, são os maiores e de menor energia, enquanto que os comprimentos de onda do violeta, de 380 a 450nm, são os menores e mais energéticos (ALVARES; TAVANO, 1990).

Os métodos para avaliar a cor em Odontologia podem ser divididos em duas categorias: visual e instrumental (VAN DER BURGT et al., 1985). No primeiro, escalas de cores comercialmente fabricadas são empregadas como um padrão ao qual o elemento dentário é comparado. No entanto, por ser um método subjetivo, a correspondência de cores com estas escalas pode ser extremamente difícil, devido à interpretação do observador e às influências ambientais (OKUBO et al., 1998; ALVES et al., 2014). O uso de instrumentos específicos que aferem a cor do elemento dental, além de diminuir a influência do observador, fornecem valores objetivos que podem ser rapidamente obtidos, aumentando a precisão do procedimento (PARK et al., 2006).

A reprodutibilidade do método visual é inferior pela sua subjetividade, pois este mede a sensação da cor. Ele é registrado em termos dos três atributos da cor, ou seja, de como ela é vista pelo olho humano. O método instrumental, por ser mais objetivo, pode ser quantificado, obtido mais rapidamente e apresentar melhor reprodutibilidade (CHU, 2002b), mas os instrumentos oferecem pouca praticidade, além de não serem totalmente à prova de erros e apresentarem custo elevado. A reprodutibilidade das escolhas feitas visualmente é de apenas 45% contra os 80% obtidos por aparelhos (CAL et al., 2004).

A colorimetria é a tecnologia utilizada para quantificar e descrever, por meio de modelos matemáticos, as percepções humanas de cor, além de ser uma técnica precisa, extremamente efetiva e vastamente utilizada para a análise da cor de materiais odontológicos, sendo que a avaliação quantitativa da cor com colorímetros digitais confere certas vantagens sobre a avaliação visual, tais como: habilidade, sensibilidade, objetividade e precisão (YAP et al., 1999).

Segundo Ahmad (2008), o espectrofotômetro é o aparelho mais preciso para a análise da cor, que produz as curvas de refletância e/ou transmitância espectrais. Porém suas desvantagens são a exigência de tecnologia complexa, necessitando de extrapolação extensiva de dados, e o alto custo. Além disso, o objeto deve ser colocado dentro do espectrofotômetro, o que obviamente representa uma dificuldade com os dentes naturais. O dispositivo de mensuração de cor (espectrofotômetro) é constituído por uma unidade de base, um instrumento de mão e um cabo de fibra óptica conectado entre eles (CHU et al., 2010).

De acordo com Horn et al., em 1998, que compararam a avaliação visual humana e o uso de espectrofotômetro esférico no estabelecimento da cor dos dentes. Vinte dentes anteriores superiores humanos tiveram o valor da luminosidade (L^*) registrado utilizando o espectrofotômetro SP78 (XRite, Inc. Grandville, MI) nos dias um e 14. Estes mesmos dentes foram colocados em uma caixa de luz (Mac Beth Spectra Light, New Windsor, NY) e foram comparados à escala de cor Vita (H. Tauter GmbH & Co. KG, Sackingen, Germany) por cinco avaliadores. Os resultados da avaliação visual

humana foram comparados entre os avaliadores, cada um deles entre si e comparados aos resultados obtidos com o espectrofotômetro. O espectrofotômetro reproduziu os valores L^* dentro do erro padrão da máquina (≤ 1.0) em 16 dos vinte dentes (80%). Em contrapartida, os cinco avaliadores concordaram em somente dez dos vinte dentes (50%) no dia um e em 13 dos vinte dentes (65%) no dia 14. A concordância do mesmo avaliador variou de 20% a 60%. Os resultados deste estudo confirmaram que a avaliação humana da cor do dente é pouco confiável e que o espectrofotômetro SP78 pode proporcionar um método mais previzível e preciso na avaliação da cor de dentes *in vitro*.

Paul et al. (2002) testaram a hipótese de que a avaliação da cor do dente em espectrofotômetro é comparável à determinação visual humana. Trinta pacientes foram selecionados, apresentando pelo menos um incisivo central superior íntegro. Três dentistas que não apresentavam deficiência visual de cor compararam o terço médio dos dentes à escala de cor Vita Classical Shade Guide. Os mesmos dentes foram avaliados em espectrofotômetro de reflexão, realizando três registros para cada dente, correspondente à área padronizada de 3mm de diâmetro localizada no terço médio. No grupo da avaliação visual humana, os três avaliadores realizaram seleções iguais em somente oito pacientes (26,6%). No grupo da avaliação em espectrofotômetro, as três seleções de cor realizadas foram iguais em 25 pacientes (83,3%). Em 93,3% os valores ΔE da avaliação visual da cor do dente foram maiores que os valores ΔE obtidos em espectrofotômetro ($p < 0,0001$), indicando um aumento de 33% na precisão da seleção da cor pelo espectrofotômetro. Os resultados sugeriram que a avaliação da cor em espectrofotômetro é mais precisa e reproduzível que a avaliação visual humana.

Johnston e Kao (1989) determinaram a relação existente entre o critério de avaliação visual da cor (estabelecido pelo Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos- *USPHS*) e a avaliação da cor por meio de um colorímetro. Foram selecionados pacientes que necessitavam de restaurações anteriores. Cada dente recebeu um preparo de 0,5mm na sua face vestibular, para faceta. A cor foi selecionada visualmente em comparação à escala de cor do fabricante das resinas (Durafill, Prisma e Silux). Um total de 42 restaurações foi avaliado inicialmente, após seis e 12 meses,

seguinto o critério *USPHS*, por dois avaliadores. Houve concordância de 85% intra e interexaminadores. Os avaliadores também se basearam no sistema numérico (0-10) *EVRSAM* para comparar a cor das restaurações. O colorímetro Chroma Meter CR-121, Minolta Corp. forneceu os valores $L^*a^*b^*$ para o cálculo da diferença de cor entre as restaurações e os dentes (CIE, 1978). Houve uma relação significativa entre as duas comparações visuais e a obtida pelo colorímetro. A avaliação da cor pelo colorímetro foi consistente, sendo que a média de diferença de cor de 3,7 foi a média encontrada entre os dentes que tiveram a cor igualada pelo critério *USPHS*. Contudo, a sobreposição da extensão das diferenças de cor para os acertos e os erros da cor indica a importância de outros fatores que devem ser considerados, como a translucidez e os efeitos de outros estímulos visuais. O método *EVRSAM* não ofereceu vantagens sobre o critério estabelecido pelo *USPHS*.

Para avaliação instrumental da cor usa-se o sistema CIELAB, determinado pela Commission Internationale de l'Éclairage (CIE, Comissão Internacional de Iluminação) em 1986, e corresponde à percepção humana da cor em suas três dimensões. Os três atributos da cor nesse sistema são L^* , a^* e b^* , onde L^* está relacionado ao valor no sistema de Munsell, ou coordenada acromática, e a^* e b^* são coordenadas cromáticas: $+a^*$ =vermelho, $-a^*$ =verde; $+b^*$ =amarelo; $-b^*$ =azul. Neste sistema L^* indica luminosidade e seus valores podem ser numerados de 0 a 100, onde quanto maior o valor, maior o número de pigmentos brancos. Os parâmetros a^* e b^* indicam a direção da cor, onde os valores positivos de a^* indicam a cor vermelha e os valores negativos de a^* indicam a cor verde. Os valores de b^* positivos indicam a cor amarela e os negativos a cor azul como demonstrado na figura 2.1.

O encontro dos três valores define uma cor. Diferenças de cor (ΔE) que são importantes para avaliar relações visuais e numéricas (CIE, 1995), podem ser calculadas pela distância entre dois pontos no espaço tridimensional definido pelos parâmetros a^* , b^* e L^* . Matematicamente, o parâmetro colorimétrico ΔE é calculado segundo a equação a seguir representada na figura 2.2.

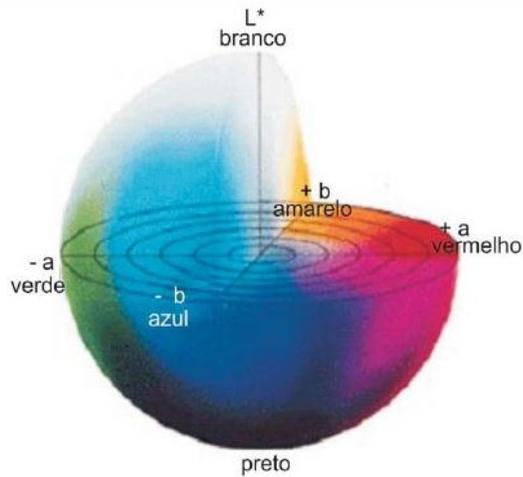


Figura 2.1 – Espaço de cor CIELab.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$\Delta L = L_1 - L_0$ (leitura final – leitura inicial)

$\Delta a = a_1 - a_0$ (leitura final – leitura inicial)

$\Delta b = b_1 - b_0$ (leitura final – leitura inicial)

Figura 2.2 – Equação para cálculo do parâmetro ΔE .

O valor é a mais importante dimensão da cor dos dentes, já que é essa a qualidade que define o claro e o escuro, as séries de cinza entre o branco e o preto (DERBABIAN et al., 2001; PARAVINA et al., 2001). O matiz é o atributo que diferencia suas características do cinza de mesmo brilho e que permite serem chamados de avermelhados, amarelados, esverdeados ou azulados. O croma ou saturação é o grau de pureza de um matiz ou sua diferença para o cinza de mesmo valor, e só pode ser considerado na presença de um matiz (PEDROSA, 1978), ou seja, o croma permite a distinção entre uma cor forte ou fraca; é a intensidade de um matiz.

Valor e croma são conceitos mais difíceis de serem compreendidos, e são frequentemente confundidos. O matiz dominante nos dentes naturais é o amarelo, se estendendo para o amarelo-avermelhado ou laranja, segundo Clark (1931) e Sproull (2001).

A distribuição do matiz na coroa dentária não segue nenhuma regra específica, exceto pelo fato de que diferenças extremas de matizes não são frequentemente vistas em um mesmo dente. Já as diferenças de valor são encontradas em diferentes dentes de uma mesma boca. A área incisal do dente natural é mais escura do que a área gengival, pois porções mais finas permitem transmissão de maior quantidade de luz, a qual é perdida no escuro da cavidade bucal. As porções mais espessas refletem mais luz e são, portanto, mais claras (CLARK, 1931). Devido as tais variações de cores presentes em um mesmo dente, deve-se selecionar mais de uma cor para o mesmo elemento, dependendo da área a que responde (O'BRIEN et al., 1997).

Chu (2002a) afirmou que 75% das escolhas de cor feitas inapropriadamente envolvem desvios na seleção do valor, e mesmo técnicos altamente treinados sentem dificuldades para identificar valor e croma, se estes forem apresentados juntos. Aceita-se que os trabalhos odontológicos variem em croma ou matiz em relação aos dentes naturais, porem jamais em valor, ou o trabalho será facilmente percebido como artificial. Para Batista et al. (1997), o valor é a mais importante das dimensões da cor, em se tratando dos dentes. Se o brilho está correto, os dentes parecerão harmônicos e as pequenas diferenças entre matiz e croma não serão notadas (ARIAS et al., 2015).

O croma só está presente quando está presente o matiz. por isso, antes de se determinar o croma, determina-se o matiz. na escala Vita Lumin Vacuum (Vita Zahnfabrik, Germany), por exemplo; o matiz A tem croma 1, 2, 3, 3.5, 4; o matiz C tem cromas 1, 2, 3, 4 e o matiz D tem cromas 2, 3, 4. Ou seja, A1, A2, A3, A3,5 e A4 são variáveis de croma, cujo número acompanha a elevação da sua saturação. O valor, sendo a intensidade do branco ao negro, decresce sequencialmente de B1-A1-B2-D2-A2-C1-C2-D4-A3-D3-B3-A3.5-B4-C3-A4-C4. Tal disposição facilita a correta seleção, ao direcionar o inicio da escolha para a seleção do valor do dente, sendo desaconselhável

alterar-se esta sequência que é proposta alternativamente pelo fabricante (BATISTA et al., 1997; BEHLE 2001).

Seghi et al. (1989) compararam o relacionamento entre os valores de diferença de cor e as respostas do observador, utilizando o sistema CIELAB. Para tanto, foram fabricadas 31 amostras de porcelana, que foram pigmentadas, atingindo níveis de saturação similares às porcelanas dentais. A avaliação visual foi realizada por 23 cirurgiões dentistas e quatro protéticos. Todas as amostras foram avaliadas pelo Minolta CR 100 Chroma Meter e os valores de $L^*a^*b^*$ foram obtidos. Os valores de diferença de cor (ΔE) para cada amostra foram determinados em relação ao controle. Este estudo verificou que existe uma relação específica, visualmente significativa e precisa entre a magnitude e direção das medidas e a resposta do observador para a visualização da cor dos dentes. Este estudo defende o uso deste sistema de avaliação da cor pelos valores de diferença (ΔE) na Odontologia. O desenvolvimento destes sistemas para uso clínico será garantido e servirá como um instrumento valioso na seleção de materiais restauradores, principalmente para a área da Odontologia restauradora estética.

Em 1997, O'Brien et al. realizaram um estudo para determinar a distribuição da cor de dentes humanos em três regiões (terços cervical, médio e incisal). Os valores obtidos foram expressos em CIE $L^*a^*b^*$, CIE ΔE^* diferenças de cor e notação Munsell, a fim de demonstrar a capacidade do sistema CIE $L^*a^*b^*$ distinguir a cor entre as três regiões do dente e demonstrar a significância clínica destas diferenças. Foram utilizados 95 dentes anteriores extraídos, limpos e imersos em saliva artificial. Os dentes foram montados em suportes para padronizar as medidas. Os dados do espectro de reflectância foram obtidos utilizando-se um *GE recording spectrophotometer*. As coordenadas de cromaticidade CIE foram calculadas utilizando *CIE illuminant C* e função 1931, e posteriormente convertidos em $L^*a^*b^*$ e notação de Munsell. As médias obtidas para $L^*a^*b^*$ foram respectivamente: 72,6; 1,5; 18,4 (terço gengival), 72,4; 1,2; 16,2 (terço médio) e 71,4; 0,9; 12,8 (terço incisal). As médias dos parâmetros Munsell foram 1,2Y7,1/2,7 (terço gengival), 1,3Y7,1/2,4 (terço médio), 1,4Y7,0/1,9 (terço incisal). A média CIE ΔE^* entre as regiões gengival e incisal dos 95

dentos mostrou uma diferença clínica significativa de 8,2. Os autores verificaram a existência de diferença de cor entre as três regiões, estatística e clinicamente significativa. A observação desta diferença é importante na escolha das cores durante a realização de restaurações estéticas.

Segundo Pedrosa (1978), na superfície da retina humana, nota-se a divisão de duas áreas compostas pelos elementos fundamentais da percepção visual, os bastonetes e os cones. Os cones são os responsáveis pela visão colorida ou foto recepção. Envolvendo a parte central da retina ou fóvea, encontram-se os bastonetes, sensíveis às imagens em preto e branco, ou seja, interpretação da claridade ou visão acromática. A proporção é de 1 cone para 20 bastonetes por toda a retina. Para a visão colorida, o olho humano não diferencia os componentes da luz e sim a sua cor resultante.

A percepção da cor varia com a mudança do campo de visão da retina. A acomodação à penumbra faz com que a pupila se abra, expondo maior número de bastonetes, melhorando a capacidade de visão acromática. Por outro lado, a melhor visão colorida é obtida quando a pupila está aberta apenas o suficiente para expor os cones na fóvea e minimamente expor os bastonetes no resto da dentina. A redução da intensidade da luz afeta a capacidade de discriminação da cor e sua resolução, diminuindo-as (CARSTEN, 2003).

Faz-se a seleção da cor, inicialmente pela escolha do valor, ativando-se a sensibilização dos bastonetes. Os olhos ligeiramente fechados diminuem a quantidade de luz que penetra no órgão visual, desfocando a imagem e desativando a percepção dos cones. Assim, os receptores acromáticos (bastonetes), que trabalham em baixa luminosidade, estarão ativos para a melhor seleção do valor. Passa-se então à seleção do croma e do matiz, sob iluminação adequada. (GOLDNSTEIN, 1980; BERGEN, 1985). Quando o profissional compara a escala de cores colocada próxima ao dente, seus olhos irão e virão involuntariamente entre os dois objetos, e a cor percebida será a combinação de ambos. Também por esta razão, a tomada da cor deve levar poucos segundos (FONDRIEST, 2003).

O estado psíquico, a fadiga, o estado físico debilitado e a ingestão de certas drogas alucinógenas podem causar distúrbios, motivando uma hipersensibilidade à cor (SAQUY, 1994). Ou seja, a percepção da cor é uma realidade psico-fisiológica (CHU, 2002b).

Face às limitações na reprodução da cor de estruturas dentárias, Todescan e Bottino (1996) apoiaram a tentativa atual de, por meio da ilusão e dos efeitos de caracterizações interna e externa, maquiarem-se as restaurações para obter-se uma melhor harmonia entre os dentes naturais e os restaurados, compensando-se eventuais falhas cromáticas. Como afirma Goldstein (1980), o olho humano é muito sensível às silhuetas e a mais discreta alteração na forma pode modificá-las, criando a ilusão desejada. Duas restaurações da mesma cor podem parecer diferentes dependendo da sua forma e perfil. Sendo diferente a reflexão da luz sobre cada uma delas, varia também a percepção de sua largura e comprimento (DANCY et al., 2003).

As variações de textura do objeto podem produzir diferenças aparentes entre duas cores que de outra forma seriam idênticas (SALESKI, 1972). Quando os raios luminosos incidem numa coroa cuja superfície é lisa e uniforme, há reflexão total e o dente apresenta tonalidade mais clara e brilhante, ou seja de maior valor (O'BRIEN, 1985). Segundo Fondriest (2003), os dentes devem estar secos para a seleção do valor, translucidez e textura da superfície, mas devem ser levemente umedecidos para a análise do croma e do matiz.

A propriedade óptica primária dos objetos é a sua cor, mas translucidez, opalescência, metamerismo e fluorescência são propriedades ópticas secundárias que também influenciam na aparência final de uma restauração. Estas propriedades ópticas devem ser corretamente registradas a fim de obter o sucesso estético. A translucidez é a quantidade relativa de luz transmitida através de um material e pode ser criada artificialmente usando-se modificadores de cor ou corantes. Se há pouca penetração de luz pelo acréscimo de opacificador, pode ocorrer uma perda de vitalidade estética (JOINER, 2004).

A fluorescência é a absorção de luz pelo material, e uma emissão espontânea da mesma, em um comprimento de onda maior (SIKRI, 2010). Dentes naturais apresentam fluorescência sob radiação ultravioleta, sendo particularmente percebido em festas noturnas, onde há lâmpadas que emitem o final do espectro azul juntamente com radiação ultravioleta, comumente conhecidas como luz negra (RAPTIS et al., 2006). Esta propriedade faz com que os dentes pareçam mais brancos e mais claros na luz do dia, ou sob luzes artificiais, como lâmpadas fluorescentes, flashes, ou luz negra. A fluorescência dental é determinada principalmente pela dentina, que possui bastante colágeno, material orgânico com alta quantidade de aminoácidos que emanam fluorescência, como o triptofano, resultando em uma fluorescência três vezes maior que o esmalte (AMARAL, 2006).

A opalescência é uma propriedade óptica que consiste na dispersão dos menores comprimentos de onda da luz visível, dando ao objeto uma coloração azulada/acinzentada na luz refletida, e uma dispersão dos maiores comprimentos de onda da luz visível na luz transmitida, conferindo uma coloração alaranjada. Quando o índice de refração existente entre duas substâncias é excessivo, o objeto pode emitir cores opalescentes com alto valor, alta claridade e brilho (MONTEIRO et al., 2012). Os cristais de hidroxiapatita existentes no esmalte também agem como prismas, e são menores que o comprimento de onda do raio de luz visível (RAPTIS et al., 2006). Os comprimentos de onda da luz possuem diferentes graus de reflexão, absorção e transmissão através do dente e materiais dentários, conforme a translucidez destes. Quando iluminados, o esmalte irá transmitir raios avermelhados e espalhar os azulados dentro do seu corpo, principalmente no extremo incisal (SIKRI, 2010). Assim, o esmalte parece azulado mesmo que ele seja incolor. O efeito opalescente do esmalte clareia o dente e lhe confere profundidade óptica e vitalidade (RAPTIS et al., 2006).

Segundo Volpato et al. (2009), metamerismo é um fenômeno que ocorre quando um objeto de uma única cor apresenta curvas de espectro diferentes quando submetido a diferentes fontes luminosas. Já o termo metâmeros define objetos de cores diferentes que apresentam a mesma cor quando iluminados por uma fonte luminosa com

comprimento de onda/cor determinada, podendo conseqüentemente não se igualarem quando iluminados por outro comprimento de onda qualquer.

Desde 1980, Mathews já sabendo das propriedades ópticas dos elementos dentários, afirma que uma escala de cores provavelmente jamais irá combinar de forma idêntica ao dente, fornecendo ao profissional apenas uma referência inicial. Ao usar-se uma escala de cores confeccionada por um material diferente daquele que se irá usar para a restauração, a discrepância repousará na adversidade entre os três diferentes materiais que estão sendo comparados: dente, escala e material restaurador. Além disso, o dente da escala deveria ter o mesmo tamanho do dente a ser restaurado, e a textura da superfície deveria ser a mesma da do dente analisado. Sabendo-se que a maioria das escalas tem a forma de um incisivo central superior, a escolha fica comprometida pelos vários tamanhos dos dentes naturais. Cal et al (2004), em seu estudo sobre variações na escala de cores, observaram a não-padronização das cores mesmo em escalas de um mesmo fabricante. A própria escala Vita tradicional apresenta variabilidade se examinada em exemplares diferentes.

No ano de 2003, Browning discutiu as vantagens e desvantagens do uso de escalas de cor na avaliação do tratamento clareador e avaliou a correlação existente entre os dados obtidos pelo registro de cor por meio de dispositivos eletrônicos, com os obtidos com as escalas de cor. De acordo com instruções dos fabricantes, as escalas Trubyte® Bioform e Vita Classical podem ser arranjadas pelo valor da cor, porém, este arranjo é falho e a variação no brilho (ΔL) de um dente para outro é muito grande. Por outro lado, as variações no brilho encontradas na escala Vitapan® 3D são uniformes, tornando-a apropriada para utilização em casos de clareamento. Após a revisão de dados de experiências clínicas, observou-se que os dados obtidos pela escala de cor Vita Classical estão de acordo com os dados obtidos pelo espectrofotômetro de reflexão (Easysshade®, Vident, Brea, CA, USA). Apesar das limitações, as escalas de cor são úteis para a avaliação da cor durante o clareamento de dentes. Sua utilidade pode ser melhorada eliminando-se alguns dentes que são praticamente repetidos e rearranjando-os utilizando valores L^* publicados previamente. Além disto, as escalas de cor fornecem informações que têm significado clínico para os dentistas e pacientes. Em

contrapartida, os instrumentos eletrônicos para medir a cor são mais precisos, porém, são capazes de detectar diferenças de cor que não são importantes clinicamente. O autor constatou que as escalas de cor devem continuar tendo um papel vital na avaliação da mudança de cor dos dentes após o clareamento dental, uma vez que a determinação da cor é realizada pelo olho humano, que é o árbitro do que constitui a mudança clínica.

Clarck (1931) observou que o ambiente contribui para a cor dos dentes de duas maneiras: primeiro, pelo contraste simultâneo das cores circundantes, e segundo, por influência direta. A influência direta é causada pela mudança na qualidade da iluminação ao penetrar no dente. A luz do dia é a mais apropriada pela qualidade difusa de sua iluminação e deve –se realizar a seleção das cores entre 10 e 15 horas. Se a seleção da cor for realizada antes das 10 horas, o objeto observado será visto como mais azulado. Se a seleção da cor for feita após as 15 horas, o objeto estará mais avermelhado pela influência da luminosidade desta hora do dia (CLARK,1933). Segundo Saleski 1972, a luz deve conter o conteúdo completo da cor tendo intensidade suficiente para sobrepor-se à influência do ambiente presente na sala e deve permitir mostrar a pequena pigmentação tão bem quanto a pigmentação dominante no dente. Não pode ser tão intensa que as pequenas diferenças de cor sejam sobrepostas ou eliminadas, e deve ser confortável aos olhos, permitindo que a cor seja percebida acurada e confortavelmente. A luz deve ser padronizada, não se alterando em qualidade e quantidade do dia para a noite, e de estação para estação do ano, e, para os propósitos de cominuação da cor, tem-se preferido a fase do dia descrita como céu do norte ligeiramente nublado ao meio-dia, com intensidade entre 100 e 200 *footcandles* (fc).

Outro passo importante é a descrição precisa da cor observada, e para isso é necessário haver uma relação próxima entre o dentista e o laboratório (SALESKI, 1972). O uso de modelos de gesso para transmitir a textura da superfície é um artifício que pode ser usado. A participação do técnico no momento da escolha diminui a possibilidade de uma comunicação deficiente, assim como explicações escrita, como o detalhamento do nome do fabricante do material a ser usado, acompanhado da escala

utilizada na seleção de cor e informações sobre idade, gênero e cor de pele do paciente. Comentários posteriores ao trabalho ajudam a construir a linguagem adequada entre os profissionais. (KESSLER, 1987). Com as tecnologias recentes, novos instrumentos de auxílio para a leitura da cor estão disponíveis, como fotografias digitais, escaners e sistemas de seleção de cor digital como o Vita Easysshade, ShadeEye NCC, ShadeScan, entre outros, que facilitam a troca de informações entre o dentista e o laboratório na tentativa de melhorar o resultado final dos trabalhos estéticos.

Desde o surgimento dos colorímetros e espectrofotômetros pôde-se detectar pequenas diferenças de cor em um nível que não é apreciável pelo olho humano, uma importante questão de ciência da cor em odontologia é estabelecer um valor de referência para a avaliação dos resultados do estudo, em termos de ΔE . Em outras palavras, em caso de um estudo de uma determinada diferença em termos de ΔE , é importante compreender se esta diferença pode ser percebida pelo olho humano e, em caso afirmativo, se esta diferença pode ser considerada clinicamente relevante. Este valor é subjetivo e, portanto, difícil de estabelecer. Sim et al. (2001), em estudo realizado, combinando as amostras da escala Vita Lumin relatou que a percepção está relacionada com a individualidade de percepção de cores. O mais antigo e, mais frequentemente citado artigo é um estudo realizado por Kuehni et al. 1979. Neste estudo a média ΔE CIE Lab para perceber diferença de cor foi $\Delta E = 1$.

Seghi et al. (1989), em estudo realizado com discos cor porcelana translúcida, e profissionais de odontologia relataram uma diferença de cor da $\Delta E = 2$. Johnston e Kao em 1989, publicado no Journal of Dental Research um estudo que estabeleceu esse limite como $\Delta E = 3,7$, apesar indicando a importância de outros fatores, como translucidez e efeitos sobre o ambiente, na correspondência de aparência. O valor relatado neste estudo tem sido referenciado por muitos anos. Mais tarde, foi focado que um único valor provavelmente não era completamente representativo do problema, e que a diferenciação entre perceptibilidade (a diferença que pode ser identificado pelo olho humano) e aceitabilidade (que é a diferença considerado tolerável) foi proposto. Douglas et al., no ano de 1998 descobriu que os limiares para perceptibilidade (média

de $\Delta E=0,4$) foram significativamente inferiores aos limites de aceitabilidade ($\Delta E=1,7$) para coroas de cerâmica. Já Vichi et al. em 2004 propôs 3 intervalos diferentes para distinguir diferenças de cor. Neste papel, considerando-se que a capacidade do olho humano para apreciar as diferenças na cor diferente entre indivíduos, dado que é uma combinação das características do olho e da habilidade do operador (LI et al., 2009), os valores de ΔE de menor que 1 foram considerados como não apreciável pelo olho humano; ΔE valores maiores do que 1 e menor do que 3,3 foram considerados apreciável por operadores especializados, mas clinicamente aceitável; ΔE com valores superiores a 3,3 foram considerados perceptível pelos observadores não treinados (por exemplo, pacientes), e por essa razão foram considerados como não é aceitável (INOKOSHI et al.,1996; UM; RUYTER, 1991). Douglas et al. (2007), em seu estudo informou que os limiares para a perceptibilidade $\Delta E = 2,6$ e para a aceitabilidade como $\Delta E = 5,5$, confirmando que tolerâncias para perceptibilidade foram significativamente menores que as tolerâncias de aceitabilidade para sombra incompatibilidade. Por outro lado, Lindsey et al. (2007), em estudo sobre os dentes de computador simulado, informou que não há diferenças entre os limiares de aceitabilidade em relação perceptibilidade foram encontrados. Mais recentemente, Ishikawa-Nagai et al., em 2009, em estudo em todas as coroas de cerâmica pura que um $\Delta E = 1,6$ representa a diferença de cor, que não pode ser detectada pelo olho humano. Apesar de muito esforço, a identificação de um valor ΔE para as "diferenças clinicamente aceitáveis" é uma tarefa muito difícil e o estabelecimento de um limite amplamente aceito é ainda controverso.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Verificar amostras de duas escalas de cor Vitapan Classical e Esthet-X, quanto a sua propriedade de Luminosidade, Cor e Saturação. Através do método CIE Lab usando o colorímetro ShadeEye NCC® (Shofu, San Marcos, CA).

3.2 Objetivos específicos

- a) Analisar quantitativamente a compatibilidade dos valores obtidos das amostras destas duas escalas de cor Vitapan Classical, da Vita Zahnfabrik® (Bad Sacking, Germany) e Esthet-X da Dentsply®.
- b) Determinar a diferença de cor numérica ΔE da escala Vitapan Classical e sua amostra correspondente na escala Esthet-X.

4 METODOLOGIA

Para a realização do estudo em questão, foram utilizados os seguintes materiais, equipamentos e recursos:

- Escala de cor Vitapan Clasical, da Vita Zahnfabrik® (Bad Sacking, Germany)
- Escala de cor Esthet-X - Dentsply®
- Colorímetro ShadeEye NCC (Shofu®, San Marcos, CA).
- Placas de silicone com espessura de 0,5mm
- Perfurador

Cada uma das 16 amostras da escala de cor Vitapan Clasical, da Vita Zahnfabrik® (Bad Sacking, Germany) e suas amostras correspondentes da escala de cor Esthet-X, da Dentsply®, conforme figuras 4.1 e 4.2, foram submetidas à mensuração das coordenadas de cor no sistema CIE L*a*b* com o colorímetro ShadeEye NCC (Shofu, San Marcos, CA).



Figura 4.1. Escala de cor Vitapan Classical , Vita Zahnfabrik®.



Figura 4.2. Escala de cor Esthet-X, Dentsply®,

Para cada escala foi confeccionada uma moldeira em silicone em uma máquina plastificadora, com espessura de 0,5 mm afim de que as tomadas de cor pelo colorímetro (ShadeEye NCC®, SHOFU, Kyoto, Japão) sejam padronizadas conforme figuras 4.3 e 4.4.



Figura 4.3. Placa de silicone em posição para registro de cor da escala Vitapan Clasical.



Figura 4.4. Placa de silicone em posição para registro de cor da escala Esthet-X.

Após as confecções das moldeiras, as mesmas foram perfuradas no terço médio na face vestibular correspondente a cada dente. Os orifícios foram realizados com um perfurador (figura 4.5) cujo tamanho é proporcional ao diâmetro da ponta do colorímetro, uniformizando as tomadas de cor. As leituras obedeceram ao padrão CIELab preconizadas pela Comissão Internacional l'Eclairage (CIE-1986) (Pagliuso 2009).



Figura 4.5 – Perfurador utilizado para confecção dos orifícios nas placas de silicone.

Segundo o fabricante da escala Vita Lumin® é recomendável disponibilizar as amostras na escala de cor em uma sequência decrescente de luminosidade. Esta inicia-se com a amostra B1 finalizando com a C4. As comparações foram realizadas individualmente entre as guias das amostras da escala de cor Vitapan Classical® com a amostra correspondente da escala de cor Esthet-X® através do ΔE .

Após a realização da leitura de todas as amostras das duas escalas e anotados valores de L, valores de a^* e valores de b^* ; foram aplicados na fórmula do ΔE e calculados a variação conforme comparação dos valores das escalas de cor. Este ΔE é obtido a partir da fórmula do sistema CIE-Lab: $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$, sendo $\Delta L = (L2 - L1)$, $\Delta a = (a2 - a1)$ e $\Delta b = (b2 - b1)$, sendo que o número 1 da fórmula corresponde ao valor da amostra da Escala Vita Zahnfabrik® (Bad Sacking, Germany) e o número 2 corresponde ao valor da amostra da escala Esthet-X, da Dentsply®, e seus resultados foram dispostos em tabelas e analisados.



Figura 4.6 - Colorímetro ShadeEye utilizado na pesquisa .

Figueiredo (1999) referenciou que nos intervalos de cores, o **L** indica Luminosidade e **a** e **b** indicam a cromaticidade. Neste diagrama de cromaticidade, o **a** e o **b** indicam a direção da cor, onde **+a** é a direção vermelha e **-a** é a direção verde, **+b** é

a direção amarela e **-b** a direção azul, e o centro não tem cor, que pode ser observado pela figura nos anexos deste trabalho.

Neste trabalho utilizamos o diagrama preconizado pelo CIE Lab que apresenta o espaço de cores L*a*b* em uma folha A3 nos anexos, para ser utilizada visualizando as direções de cores expressadas numericamente nas tabelas.

As leituras com o colorímetro (ShadeEye NCC®, SHOFU, Kyoto, Japão) e os valores obtidos de cada escala foram determinados através de parâmetros fornecidos pelas coordenadas CIE L*a*b*, preconizadas pela Comissão Internacional l'Eclairage (CIE-1986).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$\Delta L = L1 - L0 \text{ (leitura final – leitura inicial)}$$

$$\Delta a = a1 - a0 \text{ (leitura final – leitura inicial)}$$

$$\Delta b = b1 - b0 \text{ (leitura final – leitura inicial)}$$

5 RESULTADOS

Os valores iniciais de L*, a*, b* obtidos após análise da escala de cor Vitapan Clasical Vita Zahnfabrik® com colorímetro, estão dispostos na tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Leitura de cor inicial da escala de cor Vitapan Clasical Vita Zahnfabrik®.

	X	Y	Z	L	a	b
B1	28,6	30,3	29,6	61,9	-0,7	4,8
A1	29	30,8	28,1	62,3	-0,7	7,6
B2	21,7	22,8	19,8	54,9	0,2	9
D2	24,1	25,4	22,7	57,5	-0,3	8,2
A2	26,1	27,5	23,3	59,4	0,2	10,3
C1	25,4	26,7	23,7	58,7	0,2	8,5
C2	23,6	24,8	20,1	56,9	0,2	11,8
D4	23,1	24,4	20	56,5	-0,4	11,4
A3	19	20,1	16,7	51,9	-0,2	10
D3	24,1	25,4	21,3	57,5	-0,2	10,7
B3	23,4	24,6	18,6	56,7	-0,1	14,3
A3,5	23,2	24,3	18,9	56,4	0,4	13,3
B4	25,6	27,1	20,1	59,1	-0,6	15,6
C3	21,8	22,8	19,1	54,9	0,3	10,2
A4	22,9	24	18,5	56,1	0,2	13,6
C4	21,9	22,8	18,5	54,9	0,9	11,5

Os valores iniciais de L*, a*, b* obtidos após análise da escala de cor Esthet-X - Dentsply® com colorímetro, estão dispostos na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Leitura de cor inicial da escala de cor Esthet-X - Dentsply®

	X	Y	Z	L	a	b
B1	33,6	35,6	34,9	66,2	-0,8	4,8
A1	34,3	36,2	33,6	66,7	-0,4	7,5
B2	24,9	26,6	24,2	58,6	-1,6	7,5
D2	26,3	27,6	27,1	59,5	0,2	4,4
A2	28,7	30,3	27,8	61,9	-0,2	7,4
C1	19,9	21	20,3	53	-0,5	4,8
C2	23,2	24,6	21,2	56,7	-0,9	9,4
D4	-----	-----	-----	-----	-----	-----
A3	24,6	26	22,6	58	-0,4	9,2
D3	24,9	26,4	23,7	58,4	-0,7	7,9
B3	24,8	26,4	21,2	58,4	-1	12,3
A3.5	25,3	26,6	21,2	58,6	0,1	12,7
B4	-----	-----	-----	-----	-----	-----
C3	27,3	28,7	25,9	60,5	0,1	7,9
A4	22,6	23,6	18,8	55,7	0,5	12,2
C4	22,4	23,4	19,2	55,5	0,5	11,1

Para este estudo foi utilizado o programa GraphPad Prism versão 6.01.

Foram analisados os componentes do sistema CIELab separadamente, de modo a determinar qual a origem das diferenças apontadas pelo cálculo do ΔE oriundo da comparação entre as escalas VITA e Esthet-X.

5.1 Componente “L”

Os valores de luminosidade aferidos em ambas as escalas são apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3. Valores de luminosidade (componente “L” do sistema CIELab) aferidos nas escalas VITA e Esthet-X.

Cor	Escala	
	VITA	Esthet-X
A1	62,3	66,7
B1	61,9	66,2
A2	59,4	61,9
B4	59,1	–
C1	58,7	53,0
D2	57,5	59,5
D3	57,5	58,4
C2	56,9	56,7
B3	56,7	58,4
D4	56,5	–
A3,5	56,4	58,6
A4	56,1	55,7
C3	54,9	60,5
B2	54,9	58,6
C4	54,9	55,5
A3	51,9	58,0
B5	–	57,8
C5	–	52,6

5.2 Componente “a”

Os valores de cromaticidade no eixo vermelho-verde (componente “a”) aferidos em ambas as escalas são apresentados na Tabela 5.4.

Tabela 5.4. Valores de cromaticidade (componente “a” do sistema CIELab) aferidos nas escalas VITA e Esthet-X.

Cor	Escala	
	VITA	Esthet-X
A1	-0,7	-0,4
B1	-0,7	-0,8
A2	0,2	-0,2
B4	-0,6	–
C1	0,2	-0,5
D2	-0,3	0,2
D3	-0,2	-0,7
C2	0,2	-0,9
B3	-0,1	-1,0
D4	-0,4	–
A3,5	0,4	0,1
A4	0,2	0,5
C3	0,3	0,1
B2	0,2	-1,6
C4	0,9	0,5
A3	-0,2	-0,4
B5	–	-0,9
C5	–	0,1

5.3 Componente “b”

Os valores de cromaticidade no eixo amarelo-azul (componente “b”) aferidos em ambas as escalas são apresentados na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 Valores de cromaticidade (componente “b” do sistema CIELab) aferidos nas escalas VITA e Esthet-X.

Cor	Escala	
	VITA	Esthet-X
A1	7,6	7,5
B1	4,8	4,8
A2	10,3	7,4
B4	15,6	–
C1	8,5	4,8
D2	8,2	4,4
D3	10,7	7,9
C2	11,8	9,4
B3	14,3	12,3
D4	11,4	–
A3,5	13,3	12,7
A4	13,6	12,2
C3	10,2	7,9
B2	9,0	7,5
C4	11,5	11,1
A3	10,0	9,2
B5	–	9,5
C5	–	5,8

5.4 Diferenças cromáticas

Os valores das diferenças cromáticas (ΔE) aferidos em ambas as escalas, para todos os componentes do sistema CIELab, são apresentados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 Valores das diferenças cromáticas (Δ) entre os componentes do sistema CIELab aferidos nas escalas VITA e Esthet-X.

Cor	Componente do sistema CIELab			ΔE
	ΔL	Δa	Δb	
A1	4,4	0,3	0,1	4,4
B1	4,3	0,1	0,0	4,3
A2	2,5	0,4	2,9	3,8
B4	–	–	–	–
C1	5,7	0,7	3,7	6,8
D2	2,0	0,5	3,8	4,3
D3	0,9	0,5	2,8	3,0
C2	0,2	1,1	2,4	2,6
B3	1,7	0,9	2,0	2,8
D4	–	–	–	–
A3,5	2,2	0,3	0,6	2,3
A4	0,4	0,3	1,4	1,5
C3	5,6	0,2	2,3	6,1
B2	3,7	1,8	1,5	4,4
C4	0,6	0,4	0,4	0,8
A3	6,1	0,2	0,8	6,2
B5	–	–	–	–
C5	–	–	–	–

A Figura 5.1 ilustra os resultados das diferenças entre os valores aferidos para cada componente do sistema CIELab e o ΔE encontrado para cada cor das escalas testadas, respectivamente.

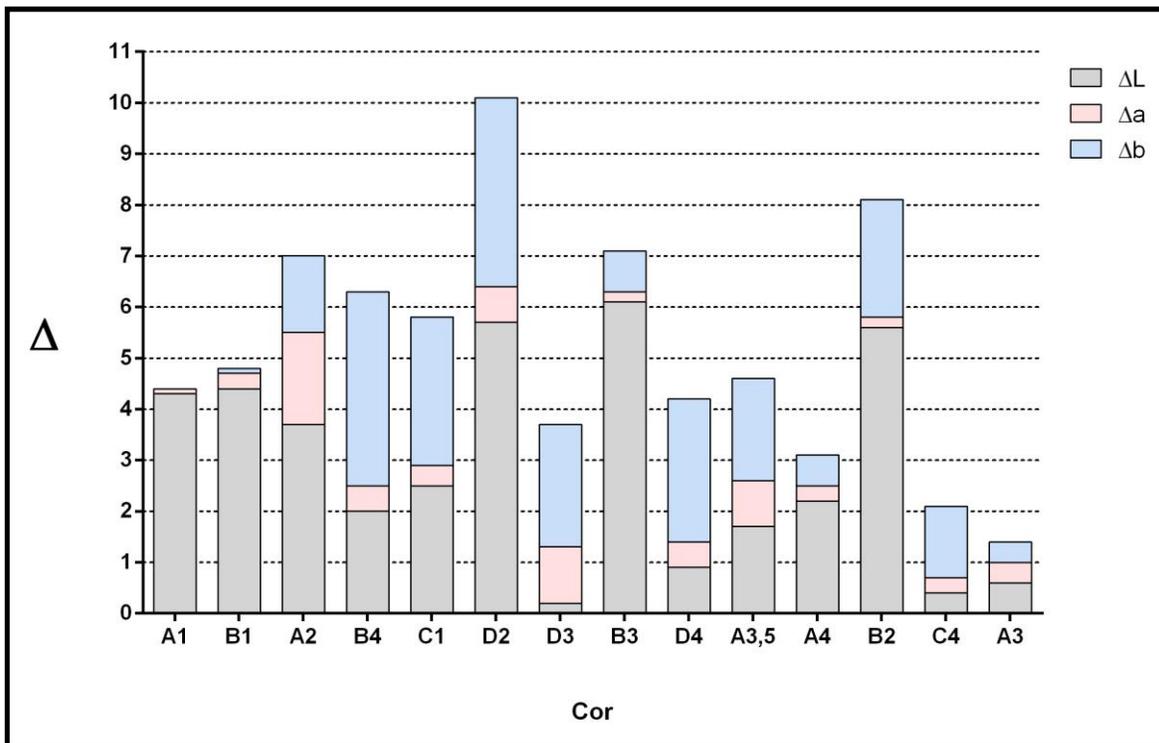


Figura 5.1 Diferenças entre os valores aferidos para cada componente do sistema CIELab para as escalas de cor VITA e Esthet-X.

5.5 Análise inferencial

Os valores aferidos para os componentes de cor no sistema CIELab das duas escalas foram submetidos ao teste de normalidade de D'Agostino e Pearson, onde constatou-se distribuição normal. Foram aplicados testes de Pearson para cada um dos componentes de cor, visando a determinação de possíveis correlações entre os mesmos.

- **Componente “L”**

O teste de Pearson aplicado aos valores de luminosidade indicou presença de forte correlação positiva entre cada par ($P=0,017$; $r=0,624$). O gráfico referente a este teste encontra-se na Figura 5.2.

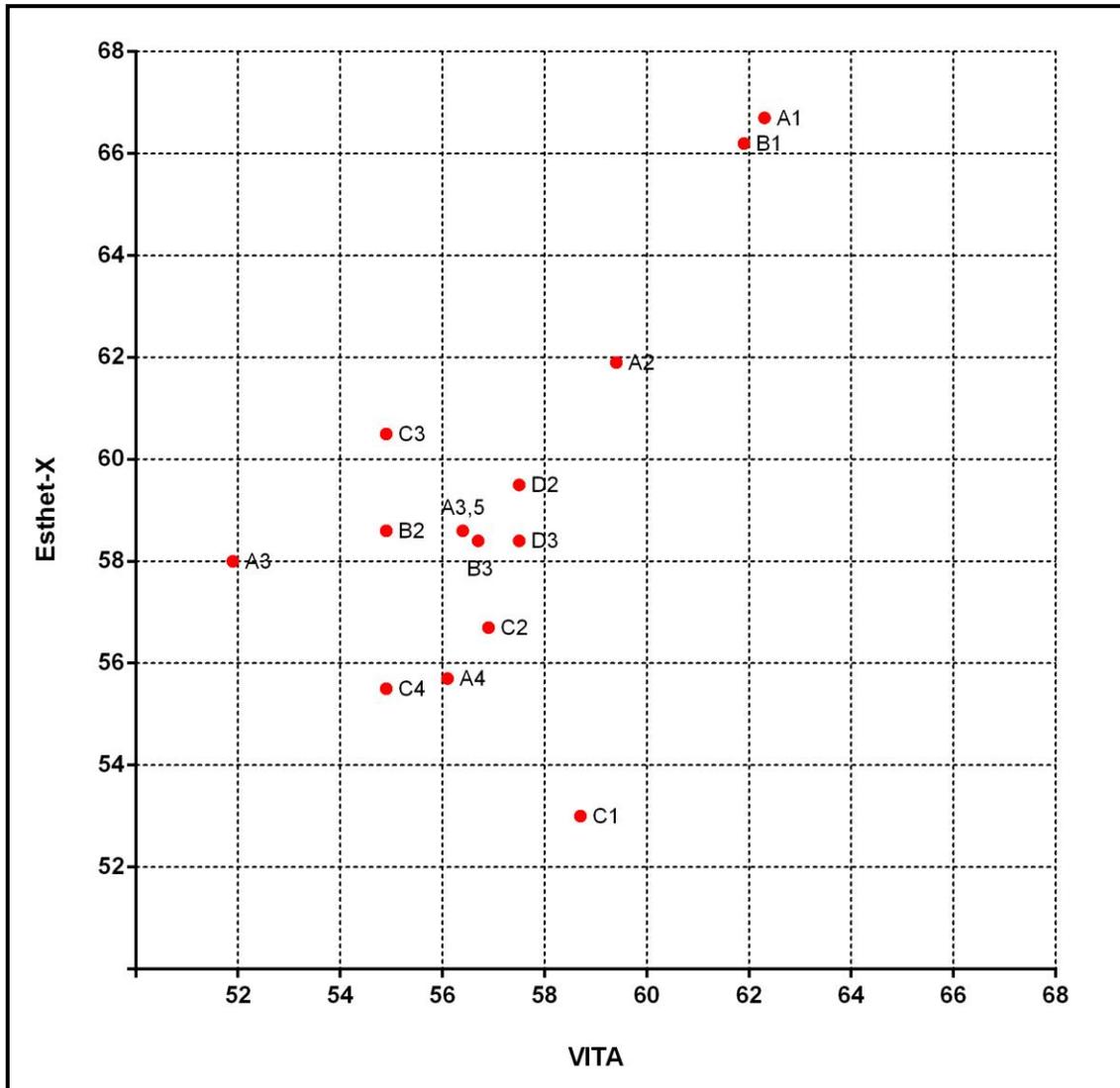


Figura 5.2 Correlação entre valores aferidos nas duas escalas testadas, para a mesma cor.

- **Componente “a”**

O teste de Pearson aplicado aos valores de cromaticidade no eixo vermelho-verde (elemento “a”) indicou não haver correlação entre cada par ($P=0,206$; $r=0,360$). O gráfico referente a este teste encontra-se na Figura 5.3.

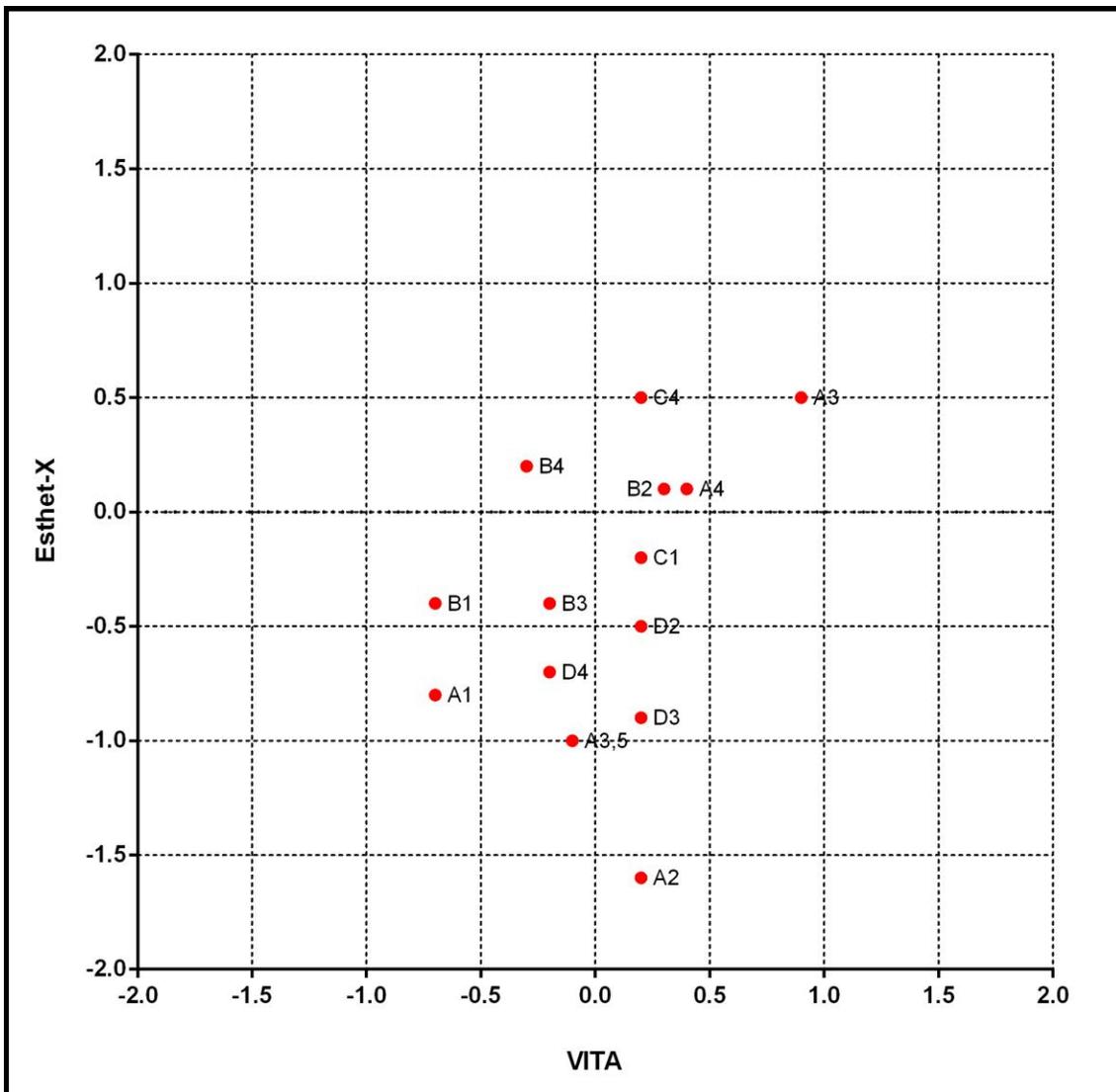


Figura 5.3 Correlação entre valores aferidos nas duas escalas testadas, para a mesma cor.

- **Componente “b”**

O teste de Pearson aplicado aos valores de cromaticidade no eixo amarelo-azul (elemento “b”) indicou haver forte correlação positiva entre cada par ($P < 0,001$; $r = 0,890$). O gráfico referente a este teste encontra-se na Figura 5.4.

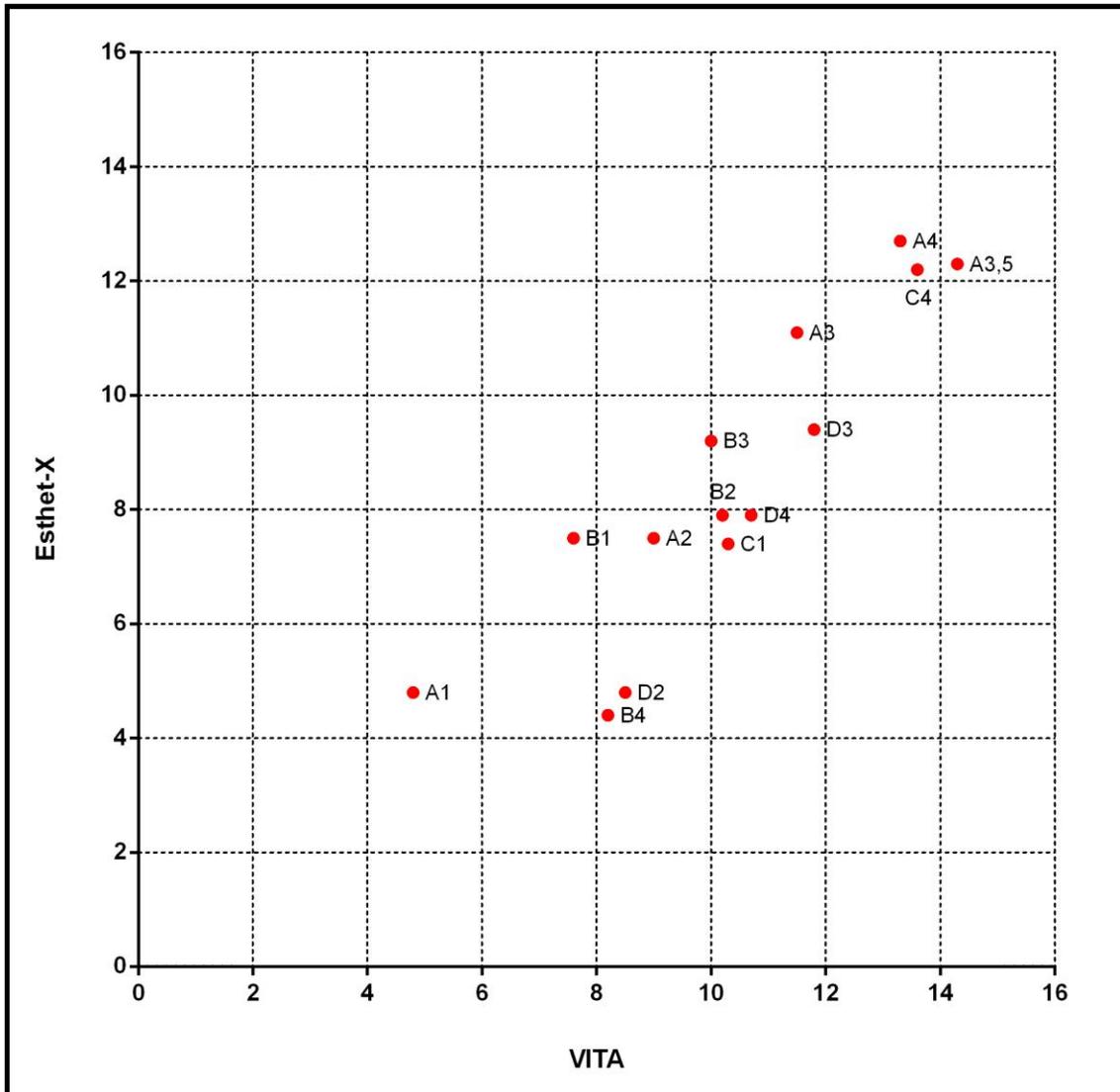


Figura 5.4 Correlação entre valores aferidos nas duas escalas testadas, para a mesma cor.

6 DISCUSSÃO

Para melhor desempenho clínico, é fundamental que o Cirurgião Dentista, além de uma visão estética geral tenha um bom entendimento das propriedades das cores. (CLARCK, 1931; SPROULL, 2001). O conhecimento da técnica de seleção de cor é imprescindível para o sucesso do procedimento e satisfação pessoal do profissional (PARAVINA et al., 2001; VOLPATO et al., 2009). Uma técnica de seleção inadequada pode comprometer completamente um trabalho que possua todas as características corretas de forma e função, mostrando assim a importância do conhecimento da técnica de seleção de cor (PEGORARO, 1998; SORENSEN; TORRES,1987; WEE et al., 2007).

A cor é resultado da incidência de luz sobre determinados objetos e pela sua captação através dos órgãos visuais, portanto depende da fonte iluminante, do modo como os objetos refletem ou absorvem as ondas luminosas e do observador (PEDROSA,1978; MCPHEE,1985; GHERSEL, 2003). Portanto a cor de um objeto irá depender do objeto, do observador e da iluminação. Silva e Martins (2003); Amaral (2006); Ahmad (2008); Ghersel (2003) concordam que a cor está diretamente condicionada à existência de luz e do olho, e afirmam que a faixa visível do espectro eletromagnético é contida entre 400 a 700 nanômetros. A distribuição espectral da luz sob a qual um objeto é visto difere dependendo da iluminação, por isso se torna um fator indispensável para a correta seleção de cor, e deveria ser usada entre as 10 horas da manhã e às 15 horas da tarde (BONFANTE, 1998; SPROULL, 2001). A luz natural do dia é muito diferente da iluminação fluorescente ou incandescente, a própria luz fluorescente pode ter várias cores. A iluminação ideal, considerada padrão, é luz do meio dia durante o verão com o céu claro. Pelo fato de variar muito durante as estações do ano, a iluminação fluorescente é a iluminação artificial recomendada, com as cores corrigidas (SPROULL, 2001; AHMAD, 2008).

Para evitar problemas subjetivos na determinação das cores, foram desenvolvidos métodos para a sua quantificação e mensuração. Um dos primeiros foi o Sistema de Munsell, depois vieram outras medições e os aparelhos – colorímetros e espectrofotômetros para proporcionar uma avaliação das cores de forma mais precisa

(SPROULL, 2001). Para padronizar a medida de cores tem-se o modelo $L^*a^*b^*$, baseado no trabalho da Commission Internationale de L'Éclairage (CIE), chamado de CIE $L^*a^*b^*$, que consiste num sistema tridimensional de cores, onde a diferença entre duas cores é expressa pela distância dentre dois pontos no espaço (INOKOSHI et al., 1996; GHERSEL, 2003). Okubo et al. (1998), Douglas e Brewer, Ishikawa-Nagai et al. (2009), Curd et al. (2006), Ghermel (2003), Douglas et al. (2007) declararam que o sistema CIE é muito mais consistente devido aos seus três eixos espaciais, perpendiculares entre si, que fornecem diferenças numéricas mais uniformes em relação às diferenças visuais.

Com o objetivo de facilitar o processo de seleção de cor, a comunicação, e conseqüentemente, minimizar a probabilidade de erros, várias ferramentas foram desenvolvidas para representar a cor escolhida na variação de cores dos dentes naturais. Dentre as quais, incluem-se as escalas de cores, espectrofotômetro, colorímetros, fotografias impressas ou analisadas digitalmente (SEGHI et al., 1989; JOINER, 2004; LICHTER et al., 2001). O método mais utilizado para a seleção de cor em odontologia é o método visual, através das escalas de cores (BRUNETO; VOLPATO, 2010; PARAVINA et al., 2002). Os métodos visuais medem a cor através de comparações subjetivas utilizando escalas de cor e examinadores previamente calibrados. Entretanto este método pode resultar em algumas discrepâncias justificadas pela acuidade visual de cada examinador e as próprias limitações da escala. As técnicas instrumentais são medidas objetivas obtidas por aparelhos ou métodos automatizados, que variam desde programas de computadores, fotografias digitais, passando por colorimetria e espectrofotometria (BARATIERI et al., 2005). As técnicas realizadas com estes aparelhos possibilitam uma rápida, sólida e quantitativa análise de cor, e tem sido provado ser significativamente mais confiável, em algumas situações, quando comparadas a avaliações visuais (SEGHI et al., 1989; BRUNETO; VOLPATO, 2010; CHU et al., 2010; O'BRIEN et al., 1997).

Como dito anteriormente, dentre os métodos mais utilizados para selecionar a cor de dentes, estão as escalas de cor. No que diz respeito ao correto uso destas, fica evidenciado que é necessário um aprimoramento técnico da seleção de cor. O método de seleção de cor visual, utilizando guias de cores é o mais difundido entre os

profissionais, é muito subjetivo, o que significa que varia muito de pessoa para pessoa; a avaliação subjetiva revela a experiência dos participantes, sendo assim, não é o método mais favorável segundo as pesquisas (PARAVINA, 2001; FREITAS et al., 2008). Existem diversas escalas de cores disponíveis no mercado, e estas apresentam inúmeras limitações, como a quantidade inferior de matizes quando comparadas ao dente natural, a quantidade de cores existente nas escalas de cor é limitada na medida em que não representam todo espectro encontrado em um dente, ausência de metal subjacente, quando será confeccionada uma metalocerâmica, as escalas de cor não são confeccionadas com o mesmo material da restauração, o que ajudaria a reduzir o efeito metamérico. (SPROULL; PRESTON, 2000; BONFANTE, 1998; SILVA et al., 2008). De acordo com o fabricante o cirurgião dentista deveria utilizar a escala de cor de acordo com a marca da cerâmica que irá se utilizar para a restauração protética (GHERSEL, 2003; FREITAS et al., 2008).

Nesta pesquisa optou-se pelo uso do colorímetro ShadeEye (NCC®, SHOFU, Kyoto, Japão), para que as medidas fossem também quantitativas e pudessem ser comparadas através dos parâmetros CIE Lab. No que diz respeito a fidelidade na escolha da cor, para o ensino e também para o processo de seleção de cor o colorímetro digital pode ser um instrumento útil, quando comparados as escalas de cores (PAUL et al., 2002, SILVA et al., 2008). Foram calculados os valores ΔE a partir de L^* , a^* e b^* para cada amostra das escalas de cor Vitapan Classical e sua amostra correspondente da escala Esthet-X, visto que o objetivo foi verificar se haveria grande variação de cores entre as amostras das escalas utilizadas. Para a avaliação das alterações de cromaticidade que cada elemento apresentou, foram determinados os valores de ΔL , Δa e Δb separadamente.

A partir do momento que se atribuíram valores numéricos às cores, fórmulas matemáticas puderam ser aplicadas e as diferenças entre as cores puderam ser definidas através de equações matemáticas. A diferença entre as cores, denominada ΔE , na Odontologia pode ser aferida em comparações entre materiais, escalas de cores, dentes naturais e recebem quantificações que vão de valores menores ou iguais a 3,5, que podem ser clinicamente aceitáveis, até valores acima de 3,5 que são

questionáveis (UM; RUYTER, 1991; O'BRIEN, 1997). Se tratando de limiares de perceptibilidade e aceitabilidade da alteração da cor; o valor de $\Delta E=3,7$ tem sido amplamente utilizado como limite de referência em estudos de alteração de cor, ou seja, as diferenças de cor acima desse valor seriam percebidas pelo olho humano (JOHNSTON; KAO, 1989). Porém, deve-se considerar que, mesmo perceptíveis, será que essas diferenças são aceitáveis clinicamente? A capacidade do olho humano em perceber diferenças varia entre indivíduos, uma vez que depende das características do olho e da habilidade do operador. Um estudo propôs três intervalos para distinguir as diferenças de cor: valores de $\Delta E < 1$ não são perceptíveis ao olho humano, $1 < \Delta E < 3,3$ são perceptíveis por indivíduos treinados, mas clinicamente aceitáveis e $\Delta E > 3,3$ são percebidos por indivíduos não treinados (ex: pacientes) e considerados inaceitáveis do ponto de vista clínico (VICHI et al., 2004). Com base nesses referenciais, pode-se dizer que nas condições experimentais avaliadas no presente estudo, o ΔE foi bastante superior aos limites de referência, não só perceptível pelo olho humano, como também considerado inaceitável clinicamente.

Após a obtenção de L^* , a^* e b^* de cada amostra; a escala de cor Esthet-X apresentaram maiores valores absolutos para o componente L^* , enquanto a escala Viatapan Classical menor. Cabe lembrar que L^* representa a Luminosidade (varia do branco ao preto). Portanto, as amostras da escala de cor Esthet-X apresentaram valor de L^* variando entre que 52,6 e 66,7, o que indica a cor mais próxima da cor branca (HOSOYA, 1993).

Neste estudo, um dos objetivos foi avaliar a diferença de cor, entre as amostras das escalas de cor Esthet-X e Viatapan Classical, portanto o ΔE . Foi realizada a leitura das cores (L^* , a^* , b^*) das amostras de ambas escalas e obtido os valores de ΔE . Pôde-se observar que dentre as amostras utilizadas a que apresentou menor ΔE , conseqüentemente a menor diferença de cor, foi a amostra de cor C4, $\Delta E=0,8$, seguida da amostra de cor A4, $\Delta E=1,5$ (Tabela 5.7). ΔE menor ou igual a 3,3 e 3,5 respectivamente significa valores clinicamente aceitáveis (UM; RUYTER, 1991; O'BRIEN, 1997). As amostras de cor que apresentaram maiores valores de ΔE , foi

referente à cor C1 ($\Delta E=6,8$) e A3 ($\Delta E=6,2$). Na tabela 5.7 estão listadas todas as amostras das escalas de cor analisadas com seu respectivo valor de ΔE .

Quando os princípios de cor são dominados pelo cirurgião dentista e pelo técnico em prótese dentária, a comunicação da cor é muito mais fácil (SPROULL; PRESTON, 2000). O resultado de um trabalho é diretamente proporcional à qualidade do desempenho técnico do protético, do cirurgião dentista e principalmente das informações passadas sobre a seleção de cor, portanto quanto maior for à qualidade dos dados, maior a chance da restauração final corresponder ao que esperamos (GRIFFIN, 2009).

Finalizando, duas observações feitas neste estudo devem ser destacadas; uma é a falta de opção de amostras de cores nas escalas utilizadas, outro fator de importância a ser evidenciado é a grande variabilidade de ΔE dentro da mesma designação de cor nas escalas utilizadas. Isso denota a dificuldade de uso da escala de cores na clínica.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados deste estudo e tendo em vista os aspectos observados, pode-se concluir que as amostras das duas escalas de cor analisadas usando o colorímetro ShadeEye NCC® quanto a sua propriedade de Luminosidade, Cor e Saturação apresentaram grande variabilidade de ΔE dentro da mesma designação de cor nas escalas utilizadas de cor.

A possibilidade de substituição clínica de uma escala por outra, em função da correspondência de cor, não pode ser estabelecida.

Os elevados valores de ΔE mostram que o aparelho mediu cores diferentes entre as escalas e resultaram em correlação distinta e baixa entre si.

REFERÊNCIAS*

Ahmad, Irfan. Protocolos para restaurações previsíveis. [Tradução Gabriela Langeloh]. Porto Alegre: Artmed 2008; p.91-111.

Alvares LC, Tavano. Curso de radiologia em odontologia. 2ed. São Paulo: Santos,1990.p.222.

Alves JKG, Aued N, Soares FZM, Jacques LB, Kaizer MR, Mallmann. Avaliação da cor de um compósito com espectrofotômetro em diferentes modos de leitura e condições de armazenagem. RGO 2014;19(1):101-6.

Amaral BR. Análise de variáveis que podem interferir na seleção da cor dos dentes. Brasília: UnB, 2006. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências da Saúde, Departamento de Odontologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

Arias R, González I, Estay J, Bersezio C, Jara A, Angel P. Entrenamiento de la capacidad de discriminación visual em odontologia. Rec Fac Odontol Univ Antioq 2015; 26(2):358-67.

Baratieri L, Maia E, Andrada M, Araújo E. Caderno de dentística – clareamento dental. São Paulo: Santos, 2005.

Batista JG, Bonfante G, Bueno JCS, Pantaléon DS. Princípios básicos dos componentes da cor em cerâmica. Odontop 1997;1(2):97-121.

Behle C. Shade selection techniques: Part two-dimensions of color. Pract Proced Aesthet Dent 2001;13(8):652-4.

Bergen SF. Color in esthetics. Dent J. 1985;51(8):470-1.

*De acordo com International Comittee of Medfical Journal Editors, 1979 (Estilo Vancouver).
Abreviaturas de periódicos de acordo com Base de Dados MEDLINE.

Bengel WM. Digital photography and the assessment of therapeutic results after bleaching procedures. *J Esthet Restor Dent* 2003;15(1):21-32.

Bonfante G. Seleção de cor e ajuste funcional e estético em prótese metalo cerâmica. In: Pegoraro LF et al.. *Prótese fixa*. São Paulo: Artes Médica 1998; p.253-97.

Briso ALF, Fonseca MSM, L de Almeida, Mauro SJ, Dos Santos PH. Color alteration in teeth subjected to different bleaching techniques. *Laser Physics* 2010;20(12): 2066-9.

Browning WD. Use of shade guides for color measurement in tooth-bleaching studies. *J Esthet Restor Dent* 2003;15(1):13-20.

Browning WD, Callan RS, Downey MC, Pohjola RM, Blalack JS. Comparing vita classical, cie de ab & cie de 200 [cd rom of abstracts] In: *IADR/AADR/CADR 83rd General Session & Exhibition, Baltimore. IADR, 2005.*

Brunetto J, Volpato CAM, Zani IM. Seleção visual da cor em odontologia. *Rev Dental Press Estet* 2010;7(2):82-100.

Cal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil* 2004;31(5):483-91.

Carsten DL. Successful shade matching-what does it take? *Compend Contin Educ Dent* 2003;24(3):175-8.

Caul HJ, Schoonover IC. Color stability of direct filling resins. *J Am Dent Assoc* 1953;47:448-54.

Chu SJ. The science of color and shade selection in aesthetic dentistry. *Dent Today* 2002a; 21(9):86-9.

Chu SJ. Precision shade technology: contemporary strategies in shade selection. *Pract Proced Aesthet Dent* 2002b;14(1):79-83.

Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010;38 [Suppl 2:e2-16]. Aug 1.

Clark EB. Tooth color selection. *J Am Dent Assoc* 1933;20(6):1065-73.

Clark EB. An analysis of tooth color. *JADA* 1931;18(11):2093-2103.

Commission Internationale de L'Éclairage. Colorimetry. 2nd ed. Wien: Central Bureau of the CIE. 1986. (Publ. CIE; 15.2).

Curd FM, Jasinivivius TR, Graves AG, Cox V, Sadan A. Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *J Prosthet Dent* 2006;96:391-6.

Dancy WK, Yaman P, Dennison JB, O'Brien WJ, Razzoog ME. Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. *J Esthet Restor Dent* 2003;15(2):114-21.

Derbabian K, Marzola R, Donovan TE, Arcidiacono A. The science of communicating the art of esthetic dentistry. Part III: precise shade communication. *J Esthet Restor Dent* 2001;13(3):154-62.

Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1998;79:254-60.

Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent* 2007;97:200-8.

Elamin HO, Abubakr NH, Ibrahim YE. Identifying the tooth shade in group of patients using Vita Easyshade. *European Journal of Dentistry* 2015;9:213-7.

Figueiredo, JLG. Estudo espectrofotométrico da estabilidade de cor de três resinas e uma cerâmica em contato com café. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 1999.

Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23(5):467-79.

Freitas AC, Alves BP, Rodrigues ARM, Portal Junior RR. Avaliação comparativa entre as escalas de cores Vitapan Classical e 3D-Master. *RGO* 2008;56(1):53-7.

Ghersel ELA. Estudo, in vitro, da diferença de unidades de cor (ΔE) de dentes decíduos e resinas compostas. [Tese de Doutorado]. São Paulo. Faculdade de Odontologia da USP, 2003.

Goldstein RE. Estética em Odontologia. Trad. Quintiliano Diniz de Deus. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 1980. 479p.

Griffin JDJR. Excellence in photography: heightening dentist-ceramist communication. *Dentistry Today* 2009;28(7):124-7.

Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod* 1998;24(12):786-90.

Hosoya Y. Chromatical measuring of primary teeth. *J Clin Pediat Dent* 1993;17(3):149-55.

Inokoshi S, Burrow MF, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 1996;21:73-80.

Ishikawa-Nagai S, Yoshida A, Sakai M, Kristiansen J, Da Silva JD. Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *J Dent* 2009; 37 [Suppl 1:e57-63].

Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004;32(1): 3-12.

Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and colorimetry. *J Dent Res* 1989;68:819-22.

Kessler JC. Dentist and laboratory: communication for success. *J Am Dent Assoc* 1997;97-102.

Kuehni FG, Marcus RT. An experiment in visual scaling of small color differences. *Color Res App* 1979;4:83-91.

Li Q, Yu H, Wang YN. In vivo spectroradiometric evaluation of colour matching errors among five shade guides. *J Oral Rehab* 2009;36:65-70.

Lichter JA, Solomowitz BH, Sher M. Shade selection. Communicating with the laboratory technician. *N Y State Dent J* 2000;66(5):42-6.

Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent* 2007;35:593-9.

Matthews TG. A method for shade selection (II). *Quintessence Int Dent Dig* 1980;11(3):67-70.

McPhee ER. Extrinsic coloration of ceramometal restorations. *Dent Clin North Am* 1985;29(4):645-66.

Monteiro P, Brito P, Pereira J, Alves R. The Importance of the Optical Properties in Dental Silica-Based Ceramics. *J Calif Dent Assoc* 2012;40(6):476-81.

Noort, Richard Van. Introdução aos materiais dentários. [Tradução Débora Rodrigues Fonseca et al.]. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010. p.51-60.

O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh, CL. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater* 1997;13(3):179-85.

Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrumental shade matching. *J Prosthet Dent* 1998;80:642-8.

Pagliuso AE. A influência da fonte fotoativadora e de diferentes produtos de uso profissional sobre o clareamento de dentes desvitalizados: estudo ex vivo. 2009, 66p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul.

Paravina R, Stankovic D, Aleksov L, Mladenovic D, Ristic K. Problems in standard shade matching and reproduction procedure in dentistry: a review of the state of the art. *Facta Universitatis* 1998; 4:12-6.

Paravina RD, Powers JM, FAY R. Dental color standards: shade tab arrangement. *J Esthet Restor Dent* 2001;13(4):254-63.

Park JH; Lee YK; Lim BS. A. Influence of illuminants on the color distribution of shade guides; *J Prosthet Dent* 2006;96:402-11.

Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002;81(8):578-82.

Pedrosa I. Da cor à cor inexistente. 3ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1978. 219p.

Pegoraro LF. Prótese fixa. São Paulo: Artes Médicas; 1998. p.253.

Raptis NV; Michalakis KX; Hirayama H. Optical behavior of current ceramic systems. *Int J Periodon Restor Dent* 2006;26(1):31-41.

Saleski CG. Color, light and shade matching. *J Prosth Dent* 1972;27(3):263-8.

Saquy PC, Pécora JD, Sousa Neto MD, Sobrinho JS. Cores - como selecioná-las para tornar seu consultório mais acolhedor. *Rev Odont Brasil Central* 1994;4(10):4-6.

Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res* 1989;68:1755-9.

Seghi RR; Hewlett ER; Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain; *J Dent Res* 1989;68(12):1760-4.

Sikri, V. K. Color: Implications in dentistry. *Operative Dentistry* 2010; 13.4: 249-55.

Silva CC, Martins RA. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Rev Nardi* 2003;9(1):53-65.

Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosth Dent* 2008; 99(5):361-8.

Sim CP, Yap AU, Teo J. Color perception among different dental personnel. *Oper Dent* 2001;26:435-9.

Sorensen, JA, Torres, TJ. Improved color matching of metalceramic restorations. Part II: Procedures for visual communication. *J Prosthet Dent* 1987b;58:669-77.

Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J Prosthet Dent* 1973;29(4):416-24.

Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J Prosthet Dent* 2001;86(5):453-7.

Sproull RC.; Preston J. D. Entendendo a cor. In: Goldstein, R. E. A estética em odontologia. 2ed. São Paulo: Santos; 2000;207-22.

Takatsui, F. Sistema CIE LAB: análise computacional de fotografias. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia 2011.

Todescan FF, Bottino MA. Atualização na clínica odontológica - A prática da clínica geral. 1ed. São Paulo: Artes Médicas; 1996.p.758-62.

Um CM, Ruyter IE. Staining of Resin-based Veneering Materials with Coffee and Tea. *Quintessence Int* 1991;22(5):377-86.

Van Der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Plasschaert AJM. A new method for matching tooth color with color standards. *J Dent Res* 1985; 64:837-41.

Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater* 2004;20:530-4.

Volpato CA, Monteiro SJR, DeAndrada MC, Fredel MC, Petter CO. Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dent Materials* 2009;25(1):87-93.

Wee AG, Lindsey D T, Shoroyer KM, Johnson WM. Use of porcelain color discrimination test to evaluate color difference formulas. *J Prosthet Dent* 2007;98:101-9.

Yap AUJ, Sim CPC, Loh WL, Teo JH. Human-eye versus computerized color matching. *Oper Dent* 1999;24:358-63.