

**Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico**

Márcio Bernardo Boehm

**Seleção de Cor em Restaurações Cerâmicas**

CURITIBA

2010

Márcio Bernardo Boehm

Seleção de Cor em Restaurações Cerâmicas

Monografia apresentada ao  
Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico,  
como parte dos requisitos para obtenção do título  
de Especialista em Prótese Dentária.

Orientadora: Profa. Carolina Guimarães Castro  
Co-orientadora: Profa. Dra. Ivete Aparecida de Mattias Sartori

CURITIBA

2010

Márcio Bernardo Boehm

Seleção de Cor em Restaurações Cerâmicas

Presidente da banca (Orientador): Profa. Carolina Guimarães Castro

BANCA EXAMINADORA

Prof. Vitor Coró

Profa. Hyung Joo Lee

Aprovada em: 13/08/2010

## **Agradecimentos**

À Prof. Carolina Guimarães Castro, minha orientadora, pela atenção e dedicação para a conclusão deste trabalho.

À Prof. Dra. Ivete Aparecida de Mattias Sartori pela seriedade e paciência durante toda a realização do curso.

Aos professores Dr. Sérgio Bernardes, Dr. Caio Herman, Dra. Halina e Dr. Vitor, pela competência profissional.

Aos colegas de turma Gert, Filipi, Adriano, Mirella, Felipe, Ricardo, José, Eduardo, Yuri, Luciana e Maria Cecília, pelo carinho e amizade.

À minha esposa Josiane Nascimento Boehm pelo incentivo em todos os momentos.

## Sumário

Listas

Resumo

1. Introdução .....	08
2. Revisão de Literatura.....	10
3. Proposição.....	33
4. Artigo Científico .....	34
5. Referências.....	45
6. Anexo .....	47

## **Lista de Abreviaturas**

K - Kelvin

nm - Nanômetros

CIE - Commission International de l'Éclairage - Comissão Internacional de Iluminação.

## **Resumo**

A seleção de cor apresenta interpretação altamente subjetiva, mas também é uma disciplina científica, por esta razão um manual de determinação de cor não existe. O conhecimento das diversas dimensões da cor como valor, croma, matiz, intensidade e caracterizações são fundamentais para uma adequada seleção. Controle das variedades físicas, fisiológicas, psicológicas e dentárias que possam interferir nesse procedimento devem ser bem consideradas. Tecnologias na área de imagens digitais computadorizadas como espectrofotômetros e colorímetros ainda apresentam limitações em suas medições, não substituindo a visão humana; embora apresentem-se com um futuro muito promissor. Técnicas convencionais com o uso de escalas de cores, embora apresentem algumas limitações, são as mais empregadas. Dentre as escalas, a mais utilizada é Vita Classic (VITA, Alemanha), tendo-se ainda a VitApan 3D-Master (VITA); Chomascop (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein) e Escala-padrão de croma e valor específico, dentre outras.

Palavras-chave: Seleção Visual, Estética Dentária, Porcelana Dentária.

## **Abstract**

Color selection presents highly subjective interpretation, but it is also a scientific discipline, and for that reason a color determination manual does not exist. Knowledge of the diverse dimensions of color such as value, chroma, hue, intensity and characterizations are fundamental for adequate selection. Control of the physical, physiological, psychological and dental variations that may interfere in this procedure must be well considered. Technologies in the area of computerized digital images like spectrophotometers and colorimeters still present limitations in their measurements, not replacing human sight, although they present a very promising future. Conventional techniques with the use of color scales, although they present some limitations, are most used - among the most used scales is the Vita Classic (Vita, Germany), as well as the Vitopan 3D-Master (Vita); Chromascop (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein) and the Standard Scale of chroma and specific value, among others.

Key-words: Vision Screening, Dental Esthetics, Dental Porcelain.

## 1. Introdução

A estética dental é uma exigência em nossos procedimentos clínicos diários. Ela é pessoal, e pode variar conforme a época e local em que as pessoas vivem. “Ao contrário do que pensam muitos dentistas, apenas 30 a 40% das pessoas adultas que apresentam desarmonia nos dentes, estão insatisfeitas com seus sorrisos” (BARATIERI; RITTER & ANDRADE 1994).

Na verdade, a maioria dos dentistas interpretam atitudes estéticas com base nas suas opiniões e referências, e não nas expectativas do paciente” (GOLDSTEIN, 1969).

A cor é uma das características fundamentais para que alcancemos uma estética desejável em nosso trabalho.

Para explicar a cor a ciência envolve áreas como a física, a química, a fisiologia e a psicologia. Sua percepção envolve a presença de uma fonte de luz (iluminador); um objeto e um detector (ocular ou instrumental). Ela é resultado de três processos: estímulo, sensação e percepção. O sistema visual do olho só é capaz de detectar comprimentos de onda de 380 nm (violeta) e 780 (vermelho) (FONSECA, 2008).

Segundo NEWTON em 1730, a luz não tem cor; somente quando ela interage com um objeto é que a cor é produzida. Comprovado em seu famoso experimento de decomposição da luz através de um prisma, em todas as cores do espectro visível, que compreende o vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, lilás e violeta.

A literatura tem sustentado desde 1898, três dimensões para definir cor que segundo Munsell são matiz, croma e valor. Nela se baseiam a escala VITA e muitos outros fabricantes de porcelanas e resinas. Sendo necessário o entendimento dessas dimensões, para o máximo aproveitamento das escalas cerâmicas, com todas as limitações inerentes às

mesmas. Dentre essas dimensões, o valor é a mais importante fração de descrição das cores superando o croma e a matiz (AHMAD, 2008).

Atualmente, outras dimensões têm sido acrescentadas para a reprodução mais fiel de um elemento dental, além da cromaticidade (matiz e croma) e valor (luminosidade), como a intensidade, opalescência e caracterização (VANINI & MANGANI 2001).

Técnicas convencionais de seleção de cor resultam em análises subjetivas dessas características e erros de comunicação com técnico laboratorial são evidentes (BEHLE, 2001a).

Novas tecnologias na área de imagens digitais computadorizadas têm surgido como meio de auxiliar os procedimentos de avaliação de cor, sendo que suas vantagens e desvantagens necessitam ser avaliadas e discutidas.

Dentro deste contexto torna-se importante revisar a literatura para se verificar se há algum protocolo estabelecido para auxiliar na escolha clínica da cor.

## 2. Revisão de Literatura

Matthews em 1980, afirmou que para muitos pacientes a estética vem em primeira consideração. A harmonia estética é a chave do sucesso. A luz é essencial para a percepção da cor, sem ela os cones presentes nos olhos não funcionam. Recomenda que o dentista fique em pé, de frente do paciente quando da seleção de cor pois qualquer outra posição irá dificultar o procedimento. Lembra que os cones tornam-se fadigados quando estimulados por um tempo prolongado e que caso isso aconteça deve-se contemplar uma superfície de tom azul, que deverá estar na mesma distância entre os olhos e o dente do paciente, que descansará os cones, fazendo com que os tons desarmônicos fiquem mais perceptíveis. Salienta que o ambiente deve apresentar cores neutras para não influenciar na tomada da cor. Lembra ainda que a iluminação faz a mesma cor parecer ligeiramente diferente, seja ela a luz do dia, luz fluorescente ou incandescente. Acha importante informar ao paciente que a restauração foi realizada para ter aparência mais satisfatória possível, mas que a cor pode ser ligeiramente modificada com outros tipos de iluminação.

Mathews em 1980, definiu que croma refere-se à intensidade ou saturação da cor, enquanto valor refere-se à claridade ou escuridão. A harmonia de valor entre dentes naturais e prótese ajudam a criar um sorriso agradável. O valor é a mais importante fração da descrição da cor, superando o croma e a matiz. Segundo ele, as mulheres têm mais sutileza na percepção da cor do que os homens. Se ao selecionar cor o dentista tiver dificuldade deve pedir ajuda a sua assistente, se esta for do sexo feminino. Devido à reflectância, opacidade, translucência e transparência, conseguir um tom exatamente igual ao dente natural é, muitas vezes, pouco provável. Para ele, uma diminuição no valor da restauração é mais fácil de corrigir; um aumento no valor, enquanto se mantém a translucência, não é possível.

Sorensen e Torres em 1987, concluíram que dificuldades estéticas envolvendo a fabricação de uma coroa protética é uma tarefa complexa, envolvendo uma série de passos onde cada estágio introduz uma grande oportunidade de falhas. E que a cor é determinada em uma condição de iluminação; onde os dados são anotados e enviados a um laboratório, com diferente condição de iluminação, onde são interpretados por outro profissional. Tudo isso é feito na esperança de reprodução da correta cor na restauração cerâmica final.

Sorensen e Torres em 1987, sugerem que o ideal, é a presença do ceramista no consultório quando da seleção de cor, juntamente com o dentista. E que a textura de superfície é importante desde que uma superfície lisa reflete mais a luz incidente ao observador. Já, uma superfície rugosa, reflete a luz em muitas direções diferentes.

Obregon et al., em 1981, afirmaram que uma superfície rugosa tem o valor diminuído. Já uma superfície lisa aumenta o valor da porcelana e sugerem uma textura de superfície mais opaca para conseguir um valor mais baixo.

Burk em 1977, em estudo piloto, observou que modificações na textura de superfície altera a aparência da porcelana em termos de matiz, valor e croma, sempre afeta o grau de translucência.

Sorensen e Torres em 1987, concluíram que selecionar uma cor adequada, para uma restauração cerâmica, em uma dentição natural continua sendo o mais complexo e frustrante problema em prótese fixa. Seu caráter subjetivo é considerado uma arte e depende da habilidade do dentista, que influencia na reprodução final da restauração. Tradicionalmente, a comunicação entre o dentista e o ceramista, quando da seleção da cor, tem sido pobre principalmente ocasionados por erros de omissão, variabilidade em muitas informações e pela falta de clareza. Citou um estudo de 1967, que revelou que apenas 23 de 112 escolas de odontologia tinham ensino de cor em seus currículos. Comenta que pesquisas mais recentes concluíram que um treinamento inadequado ainda é prevalente.

Embora a percepção de cor seja subjetiva e varie entre indivíduos, Bergen demonstrou que a discriminação, percepção e descrição da cor pode ser melhorada com procedimentos de treinamento.

Culpepper em 1970, encontrou discordâncias na seleção de cor de um mesmo dente por mesmo profissional realizada em dias diferentes.

Para Sorensen e Torres em 1987, o problema de determinação e comunicação da cor entre o dentista e o ceramista torna-se evidente. Estes fatores associados à facilidade de fadiga dos cones na retina, responsáveis pela percepção de cor, podem ser vistos como um grande obstáculo na determinação da cor. Citaram que a cor das paredes, a quantidade de luz do dia, a roupa e maquiagem que o paciente usa e, também, o ângulo de visão do dente afetam a tomada de cor. E que a luz é composta de diferentes comprimentos de onda, dependendo de sua origem. Assim, lâmpadas fluorescentes acentuam o tom azul do espectro de cor, enquanto lâmpadas incandescentes, o tom amarelo-avermelhado. Para reduzir o efeito do metamerismo, o dentista deveria avaliar e comparar escalas, em fontes de luz de diferentes origens. Essas escalas de cor se baseiam no sistema de cor de Munsell e no sistema CIELAB, sendo que relataram variação entre escalas de cores produzidas por um mesmo fabricante.

Os colorímetros e espectrofotômetros atualmente apresentam deficiências tecnológicas para desenvolver sua função, assim sendo, Clark em 1983, citou as seguintes propriedades dos dentes que contribuem para erros na mensuração da cor com estes aparelhos: fluorescência, metamerismo, superfícies dentais irregulares, estruturas internas não homogêneas, translucência, forma irregular e localização do dente tornando inadequada a aproximação e operação do aparelho. Concluiu que esta tecnologia deve ser aperfeiçoada e isto deve requerer ainda alguns anos.

Para Clark em 1983, a cor é descrita com termos de Munsell, em matiz, valor e croma. Sendo o valor, a dimensão mais importante, ele refere-se apenas à claridade e escuridão, relatada na escala entre o preto e o branco. Várias propriedades físicas do objeto modificam a percepção da cor. A textura da superfície afeta o valor da restauração.

Sorensen e Torres em 1987, dizem ser fundamental ao se avaliar a cor, a criação de um ambiente com cores neutras; solicitar ao paciente a remoção do batom e adornos brilhantes, cobrir o paciente com um campo de cor neutra, se estiver usando roupas com cores fortes; ter a boca do paciente no nível dos olhos do observador; fazer a seleção de cor no início do procedimento, evitando a fadiga dos cones presentes na retina. Isso deve ser realizada em torno de 5 segundos, pois poderá resultar na percepção incorreta de croma e valor. A primeira impressão é mais precisa. Afirmam ainda, que deve-se olhar fixamente para um cartão azul, ou mesmo guardanapo do paciente, entre cada avaliação de cor. O azul diminui a fadiga aumentando a sensibilidade ao amarelo-alaranjado, que é a matiz dominante dos dentes. Sugerem que o pescoço cervical dos elementos das escalas de cores devem ser removidas, pois, podem influenciar na determinação da cor. A cor escolhida deve ser comparada sob várias condições, por exemplo, com dentes umedecidos e secos, lábios retraídos, e lábios baixos e fonte de luz, de diferentes ângulos. O metamerismo deve ser checado, através de lâmpadas fluorescentes, incandescentes e luz do dia. Os caninos devem ser usados como referência na seleção de cor, pois tem o croma mais elevado, e a matiz dominante dos dentes. Para criar uma aparência natural, deve-se obedecer as variações de cor dos dentes em cada arco. Assim, os incisivos superiores têm o croma similar aos pré-molares. Os incisivos inferiores têm o croma um nível mais baixo que os superiores. Enquanto os caninos têm dois níveis de croma mais alto que os incisivos superiores.

Seghi, Johnston e O'Brien em 1989, afirmaram que a duplicação da aparência de um dente é um processo complexo que requer cuidados quanto à forma, textura de superfície, translucência e cor da restauração.

Técnicas instrumentais com colorímetros permitem uma rápida, consistente e quantitativa avaliação de cor; e tem sido demonstrado ser significativamente mais confiável em algumas situações, quando comparadas a avaliações visuais. (Jaekel e Ard 1976; Mc Laren, 1976; Jeltsch e Fink, 1976). Entretanto, a eficiência de utilização destas técnicas em odontologia ainda é pouco clara e dependerá da precisão com que estas medições podem ser realizadas em estruturas dentais translúcidas.

Seghi, Johnston e O'Brien em 1989, desenvolveram um estudo, visando avaliar o desempenho de três aparelhos, onde medições em amostras de porcelanas opacas e translúcidas foram realizadas. As intenções foram determinar as limitações desta técnica e estabelecer diretrizes as quais futuros trabalhos nesta área deveriam seguir.

Dois espectrofotômetros tipo reflectância e um colorímetro foto-elétrico tri-estímulo foram avaliados. Cada amostra de porcelanas opaca e translúcida foram medidas três vezes por cada aparelho. Os dados foram, então, transferidos para o computador e avaliados. Os dados do espectrofotômetro foram matematicamente convertidos para coordenadas CIELAB com iluminação D65 e função padrão de observador em 1931, que significa procedimento colorímetro padrão (CIE, 1986). Os resultados revelaram que cada instrumento fotométrico avaliado foi capaz de produzir medidas de cor com precisão. Entretanto, o grau de precisão das medidas realizadas variaram dependendo do instrumento usado e do tipo de material que estava sendo medido. O colorímetro tri-estímulo foto-elétrico (Minolta Corp. Ramsey, NJ 07445) mostrou-se o melhor em superfície de porcelana. Concluíram que medições fotométricas usadas para avaliar cor são sujeitas a muitos erros. Alguns sistêmicos, outros fortuitos, que podem ocorrer nos processos de

medição de cor. Os erros sistêmicos incluem aqueles resultados de fatores como técnicas de calibração inadequada, comprimento de onda, largura de banda, filtro, fluorescência e variações na geometria de medição. Erros fortuitos são aqueles que podem ocorrer por inércia do instrumento; polarização, preparação das amostras e conservação.

Quantitativamente, erros sistêmicos tendem afetar a precisão do instrumento, enquanto erros fortuitos, a precisão da repetição das medidas (Berns e Petersen, 1988). Os autores concluíram que sem levar em conta a técnica instrumental utilizada para avaliar a cor, a avaliação final deve ser sempre dada por nossa própria visão.

Knispel em 1991, afirmou que a percepção da cor é afetada por fatores externos. Conhecendo-se a influência desses fatores e com o auxílio de instrumentos modernos de mensuração de cor, hoje é possível conseguir-se restaurações altamente estéticas, atendendo, assim, às exigências dos pacientes. Para ele os pré-requisitos para percepção da cor são a fonte de luz, um objeto e um observador. A fonte de luz ilumina o objeto com ondas de comprimento e intensidade variáveis, que são absorvidas e refletidas pelo objeto de diferentes fontes usadas. A luz, a qual tem sido alterada pelo objeto, ultimamente alcança os olhos do observador, onde é transformada em impulso nervoso e processada na forma de impressão de cor no cérebro. Três receptores sensíveis à luz para vermelho, verde e azul estão localizados nos olhos. A impressão de cor é determinada pela proporção de intensidade destas três cores e pela natureza da fonte de luz.

Knispel em 1991, concluiu ainda que a mais neutra forma de luz é a “luz do dia”, que deve ser usada afim de evitar o metamerismo. Luz incandescente, por outro lado, produz um tom amarelo, onde a faixa azul do espectro de luz (400 a 450nm) é largamente prejudicada. A luz de lâmpadas fluorescentes, contém faixa de luz ultravioleta adicionais que podem ser refletidas pelo dente ou restauração na frequência de escala visível (fluorescência). Dependendo da superfície, espessura, translucência, cor e formação do

dente, a faixa de luz é refletida com ou sem nenhuma alteração em seu espectro. A percepção de cor é subjetiva, variando entre dois ou mais observadores, mesmo em condições uniformes de iluminação, particularmente se períodos mais longos de observação forem envolvidos. E que o uso de instrumentos como colorímetros e espectrofotômetros para avaliação de cor tornou possível superar essas dificuldades. O colorímetro tri-estímulo analisa três valores de cor para o vermelho, o verde e o azul refletidas por um raio de luz que usa três filtros com as mesmas características dos receptores do olho humano. Já, o espectrofotômetro mede o espectro de energia radiante no campo de comprimento de onda visível da luz refletida. O uso do sistema de coordenadas de cores tornou possível interpretações precisas e objetivas sobre a percepção de cor. O raio de luz medido pelo espectrofotômetro é o produto do espectro de iluminação “S” e as propriedades refletidas “R” da amostra no campo de visão de 400 a 700 nm em R x S. Como os olhos, o filtro de cor do tri-estímulo colorímetro, tem um programa que filtra três seções do espectro de reflexão, usando três diferentes avaliações. Este sistema resulta em medições para o azul, o verde e o vermelho. A intensidade integral das três faixas do espectro – X, Y e Z; são chamados valores tri-estímulo e claramente determina a cor específica em termos de luminosidade, matiz e croma. O gráfico de cor consiste de variáveis independentes na forma de coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  que podem ser obtidas por meio de transformações matemáticas.

O sistema CIELAB padronizado internacionalmente, dispõe todas as cores em um plano, no qual o valor de luminosidade pode ser mudado verticalmente. Este plano é formado pelas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  e contém um ponto neutro, sem cor. O croma de cada cor aumenta radialmente, para fora, em relação a esse ponto:  $a^*$  define vermelho e verde e  $b^*$ , azul e amarelo. A coordenada do valor é dada por  $L^*$  e vai do zero = preto até 100 = branco. A distância separando os dois pontos de cores  $\Delta E^*$  pode ser calculada pela

equação:  $\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$ . O olho humano é geralmente capaz de diferenciar cores com  $\Delta E^*$  entre 0,3 a 0,5. Valores de  $\Delta E^*$  de 1,0 a 2,0 são normalmente percebidos.

Miller; Long, Cole e Staffanou em 1993, declararam que matiz, cromo e valor têm sido termos tradicionalmente usados para descrever cor. Entretanto, a maior dificuldade do clínico na escolha da cor, não está na compreensão científica dessas interações mas, na percepção entre a aparência da escala de cor e o dente do paciente. Tomando-se em consideração a escala de cor VITA, esta pode ser disposta segundo a matiz, nos grupos A, B, C e D. Ou, segundo os valores de claro para escuro – B1 para C4, dependendo da preferência pessoal. O número de cor nos grupos aumentando, sugere um croma mais elevado, entretanto, o brilho diminuiu. E que é aconselhável remover o pescoço cervical na escala de cor, pois pode intensificar a cor da dentina em algumas escalas. O ideal seria utilizar uma escala de cor, do mesmo material (fabricante) com o qual será confeccionado o trabalho. É freqüente a conversão de cor, para uma outra escala, e isto pode resultar em uma quebra de comunicação, resultando em uma prótese insatisfatória.

Para Seghi, Johnston e O'Brien em 1989, a tomada de cor deve ser por curto período de observação, em torno de cinco segundos para não fatigar os olhos e resultar em uma falsa percepção. Quando variações de cor são desejadas, dois diagramas são utilizados. Uma vista frontal da coroa clínica é usada para indicar as várias cores, enquanto uma vista proximal informará como o corpo (dentina) e esmalte serão aplicados. Sugerem que se a caracterização de superfície for necessária, uma tabela de modificação de cor deve ser utilizada para comunicar ao técnico. Quando da utilização de corantes, o ideal é usa-lo mais profundamente para obter uma cor mais natural possível.

Baratieri, Ritter e Andrade em 1994, afirmaram que o fato de o dente ser policromático, composto por estruturas e tecidos (dentina, esmalte e polpa), com propriedades ópticas diferentes, estando estes componentes distribuídos de maneira não

uniforme ao longo da coroa dental, torna a escolha da cor um procedimento de alta complexidade e sua reprodução um desafio muitas vezes impossível.

Em 1995, Baratieri e colaboradores concluíram que a característica policromática dos dentes relaciona-se principalmente com a cor da dentina e com a espessura do esmalte nas diferentes regiões da coroa dental, embora a espessura da dentina e o grau de translucidez do esmalte também interfiram na cor dos dentes. Afirmaram que além da matiz, valor e croma, outra dimensão que tem importância na seleção de cor é a translucidez, sobretudo em dentes anteriores. E que a cor dos dentes varia enormemente na população e até mesmo entre os dentes de um mesmo indivíduo. Os caninos são levemente mais escuros que os incisivos (mesma matiz e croma, mas valor diferentes). Pacientes jovens apresentam dentes mais claros. O mesmo ocorre em pacientes que possuem pele escura ou bronzeada pelo sol, devido ao contraste entre os dentes e as estruturas faciais circundantes. Mulheres podem realçar a aparente claridade de seus dentes (aumentar o valor aparente) simplesmente usando uma tonalidade escura de maquiagem ou batom.

Ahmad em 1999, descreveu que dentre os sentidos humanos a visão se sobressai aos da audição, olfato, tato e paladar. Quando há um conflito entre os sentidos, a visão dá o julgamento final, fenômeno conhecido como captura visual. A visão é parte da experiência visual e um dos mais complexos processos que ocorrem no cérebro. Sua identificação é resultado de três processos: estímulo, sensação e percepção. Eventos estes distintos, mas que ocorrem em seqüência durante a detecção de cor. Ele citou que a ciência explica o elemento cor, envolvendo muitas áreas como a física, a química, a fisiologia e a psicologia (psicofísica). A percepção da cor envolve a presença de três entidades: o iluminador (fonte de luz), um objeto e um detector (ocular ou instrumental). A energia radiante (luz) é uma faixa estreita de espectro eletromagnético, que em um extremo compreende as ondas

longas de rádio e, em outro, as ondas mais curtas da radiação gama. A faixa de luz que sensibiliza a retina fica entre 380 nm (violeta) e 780 nm (vermelho).

Segundo Newton em 1730, a luz não tem cor somente quando interage com um objeto é que a cor é produzida; o que foi comprovado em seu famoso experimento de decomposição da luz através de um prisma que compreendia o vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, lilás e violeta. Ahmad em 2008, descreveu que a qualidade da luz é determinada por sua temperatura de cor, medida em Kelvin (K). E que a Comissão Internacional de Iluminação, em 1931, recomendou o uso de fontes de luz padronizadas A, B ou C, que foram suplementadas em 1971, para inclusão do Iluminador D 65. Essas fontes de luz são diferenciadas pelas suas curvas de distribuição de força espectral e utilizadas para a determinação da cor sob condições específicas. O Iluminador padrão A representa a luz incandescente, com temperatura de cor de 2.856 K; o Iluminador padrão C, é a luz do dia média em 6.774 K, sem a radiação ultravioleta; e o Iluminador padrão D 65 é a luz do dia a 6.540 K, incluindo o comprimento de onda da radiação ultravioleta. A iluminação incandescente dá uma aparência amarelada ao objeto. Enquanto a luz de temperatura de 5.600 K (simulando a luz do dia), produz mais realisticamente a cor.

Ahmad em 2000, concluiu ainda que cor é uma interpretação muito subjetiva, sendo assim, é fundamental que os clínicos tenham um conhecimento básico de cor, e então, elaborem métodos adequados à sua prática individual e equipamentos. Afirmou que aparelhos como colorímetros e espectrofotômetros têm sido desenvolvidos, para uso clínico, porém, sua leitura é irregular. Estudos demonstraram que esses aparelhos podem ser afetados por variáveis locais, que incluem a textura do dente; contornos; translucência, manchas internas, placas e filmes salivares, bem como a sensibilidade do cabo de fibra óptica, luz ambiente e temperatura da sala. Para o propósito de determinação de cor, o detector principal continua sendo o olho humano. Existem variáveis que afetam a

determinação de cor de um dente e são divididas em físicas, fisiológicas, psicológicas e dentárias.

Nas variáveis físicas, concluiu que a iluminação tem fator importante e deve ser padronizada no que diz respeito a sua qualidade e quantidade. Quanto à sua qualidade tem-se uma temperatura de cor de 6.500 K, o iluminador padrão CIE C ou D 65. A quantidade ou intensidade de luz deve ser de 1.500 LUX, equivalentes a duas lâmpadas fluorescentes de 220 W, a uma distância de dois metros. Além disso, a fonte de luz não deve ser direcional, mas uniformemente difusa para evitar reflexão especular. Muitos aparelhos patenteados preenchem esses requisitos, e seu uso é imprescindível para evitar discrepâncias na cor. Lembra que o metamerismo do observador, seja visual ou instrumental, acontece quando a iluminação permanece constante, mas o observador é alterado, isto é, depende das diferentes respostas espectrais fisiológica de sensibilidade dos cones no interior dos olhos. Na odontologia manifesta-se quando uma restauração é percebida com a mesma cor do dente pelo profissional e paciente, mas não pela família e amigos desse paciente. Por isso, é desejável que se solicite a presença de parentes ou amigos próximos na sessão de escolha de cor. Outro fator que influencia na seleção de cor é o ambiente. Por exemplo: um objeto em ambiente claro irá parecer mais opaco. O consultório apresenta em sua decoração interior: equipamentos, roupas e adornos do paciente, estímulos visuais conflitantes. O avanço de idade diminui a capacidade dos olhos de focalizar. O profissional afetado por catarata tende a realizar restaurações mais amarelas. Outro problema é de visão indireta, e o clínico com dificuldade em identificar cores, deve procurar um oftalmologista.

Ahmad em 1999, citou ainda que variáveis psicológicas são mais complexas e menos compreendidas das variáveis para identificação das cores. E que o temperamento do clínico influencia nesse processo; como o cansaço, a motivação, a experiência, até o

horário do dia para executar determinada tarefa. Muitas discordâncias a respeito de cores podem ser atribuídas a essas variáveis. Lembra ainda que os dentes após os 35 anos tornam-se, cada vez mais saturados, especialmente na região cervical. O valor diminui à medida que o esmalte vai se tornando mais translúcido.

A dificuldade de selecionar a cor dos dentes se dá devido à estrutura dental, que possui várias camadas com opacidade e características ópticas superficiais diferentes. E que o matiz básico de um dente é determinado pela cor da dentina, enquanto o valor é dado pela camada de esmalte. O croma é essencialmente a saturação da cor na dentina, mas é influenciado pelo valor e pela espessura do esmalte. Para uma análise correta da cor é importante aprender o conceito de interação visual entre o esmalte e a dentina. Numa dentição jovem o esmalte é mais opaco, mais claro (de alto valor) que mascara a dentina subjacente. Com o envelhecimento o esmalte torna-se mais translúcido e difuso (baixo valor), revelando a camada de dentina. Esta multicamada de esmalte e dentina é um obstáculo enorme no que se refere à cor do dente, já que o valor do esmalte e a lisura da sua superfície complicam a avaliação de cor da camada de dentina.

Vanini e Mangani em 2001, afirmaram que o conhecimento dos profissionais da odontologia a respeito da estética, tem sido relativamente superficial, comercial e confuso – particularmente com respeito à cor. Revisando a literatura, encontraram que em 1931, Clark afirmou “não estamos qualificados para resolver o problema da cor”. E em 1979 Lemire, sustentou que “a seleção e determinação da cor tem permanecido estacionado no último século.” Esta idéia foi reafirmada vários anos depois por Preston em 1985, que declarou que “rotineiramente a cor de próteses dentais é determinada visando-se uma escala de cor. O uso delas tem fornecido frustração e não são muito satisfatórias.”

Miller em 1987, também tentou definir cor escrevendo “o tradicional sistema de determinação de cor em odontologia é a escala cromática. Muitos tons são definidos por

uma letra ou um número, ou ambos juntas.” E iniciando com a teoria de três dimensões de cor formulada por Munsell em 1898; a literatura odontológica tem discutido e suportado esta teoria por mais de um século.” Ainda em 1982, Muia introduziu outra dimensão – a caracterização. E na última década, Yamamoto fez uma significativa contribuição através do entendimento da relação entre luz, cor e materiais cerâmicos. Este pesquisador, mais tarde, idealizou o uso de espectrofotômetros na odontologia para produzir a “receita” para a fabricação de restaurações usando cerâmicas shofu. Esses aparelhos eram caros e tinham dificuldade de analisar matiz e croma; e muitos resultados eram controversos. Sempre que dados confiáveis eram obtidos, o matiz e croma eram determinados. Conclusões que clínicos com um mínimo de experiência, poderiam alcançar. Então, era difícil de justificar a aquisição desses instrumentos. Durante anos, clínicos se basearam na escala desenvolvida pela VITA, baseadas apenas no matiz e croma, sem levar em consideração o valor. Quando após estudos observaram que outros fatores, além destes, eram determinantes na interpretação e reprodução da cor, técnicas mais flexíveis, para se conseguir um resultado final mais estético, foram determinados.

Para Vanini e Mangani em 2001, 5 aspectos foram ressaltados e deveriam ser considerados – a cromaticidade (matiz e croma); valor (luminosidade); intensidade, opalescência e caracterizações. Eles introduziram então o conceito de gráfico cromático, com o significado de assinalar e comunicar todos os parâmetros que contribuem na criação da cor do dente. E que considera primeiro a cromaticidade do corpo da dentina, e então o esmalte e seus numerosos aspectos. Baseado em estudos com espectrofotômetro, Yamamoto considerou importante apenas as cores A e B onde A é estatisticamente presente na média de cromaticidade dos dentes naturais. O C e D são essencialmente A e B de baixo valor e são pouco considerados.

Touati et al., em 1993, encontraram 80% de matriz derivados do grupo A.

Para Vanini e Mangani em 2001, o valor representa a luminosidade do esmalte que pode ser alto, médio e baixo, respectivamente para adolescentes, adultos e em esmalte envelhecido. Estes três grupos de esmalte expressam diversas densidades, translucência e reflectância. No esmalte do dente, observam-se a presença de pigmentos brancos, muitas vezes. Sua reprodução é importante, particularmente em dentes com alto valor. Podem ser classificadas em 4 categorias: *manchas; nuvens pequenas, flocos de neve e horizontais*. Elas devem ser anotadas e desenhadas para orientação do técnico. Lembra ainda que, o esmalte que tem caráter translúcido também é responsável pela opalescência do dente natural. Classificou o halo incisal dos incisivos superiores da seguinte forma: *mamelon – like; split mamelons; comb-like; window-like; stain (blotd)-like*. A tonalidade do halo incisal pode ser cinza, azul, branco e âmbar. Várias graduações de azul (em crianças) e cinza (em adultos) são encontrados; halos brancos e âmbar são mais frequentes em idosos. As caracterizações podem ser divididas em 5 tipos: *mamelos; bandas; margens; manchas e trincas*.

Em 1995, Vanini afirmou que para se conseguir sucesso estético, eram necessários conhecimentos científicos da anatomia dental, bem como de “técnica de estratificação” com respeito à reprodução das camadas de dentina e esmalte. Index de silicone para refinamento do volume da restauração, principalmente quando extensas, são recomendados.

Chu em 2001, afirmou que novas tecnologias na área de imagens digitais computadorizadas de cores têm surgido, em resposta às inerentes preocupações associadas com as atuais técnicas de seleção, onde a análise e seleção de cor requerem avaliações exatas e objetivas da matiz, croma, valor, caracterizações e translucência. Para ele, técnicas convencionais de seleção de cor resultam em análises subjetivas e erros de comunicação com o técnico laboratorial podem ocorrer. Sugere que a análise digital pode

contribuir para eliminar a subjetividade da análise de cor e fornecer informações exatas ao técnico, na fabricação da restauração. Chu avaliou um espectrofotômetro (ShadeEye-Ex Chroma Meter, Shofu, CA). A potencial desvantagem desse sistema na extrapolação da informação, ocorre como resultado da obtenção inicial de cor, que continua sendo a subjetividade da natureza. E também esse sistema pode somente ser utilizado com um único tipo de sistema de porcelana. Outro sistema computadorizado de tecnologia visual (ShadeScan System, CórteX Machine, Montreal, Canadá) pode ser utilizado para analisar imagens de dentes e objetivamente fornecer propriedades deles, baseadas na cor e translucência. Esta imagem digital pode subsequentemente, ser remetida ao banco de dados da escala de cor do fabricante conhecido (ex: Vitapan 3-D Máster, Vident, Brea, CA; Chomascop, Ivoclar-Vivadent, Amherst, NY, EUA). Escalas de cores podem ser adicionadas facilmente e escaneadas no sistema de banco de dados. Um mapa de translucidez que identifica áreas de contrastes de translucência e opacidade, são incluídas neste relatório. Informações a respeito de valor, croma e matiz, também são apresentadas em detalhes. Uma limitação desse sistema é que ele não fornece um exato método para fabricação em laboratório. A aparência final do trabalho depende da experiência do técnico para determinar o método de fabricação da prótese. A informação inicial é conseguida usando imagens capturadas em condições muito precisas. Múltiplas medidas podem ser requeridas e o paciente deve ser informado para segurar a respiração por aproximadamente 10 segundos, durante a aquisição da imagem, pois o sistema de leitura pode ser afetado por uma relativa saturação de umidade dos dentes, que tem efeito na claridade óptica do escaneamento. Desde que o aparelho de análise digital de cor medem aparências, eles dependem da presença de imagens razoáveis. A iluminação do sistema tem sido especificamente determinado, mas a decoração do consultório, qualidade e quantidade de iluminação do refletor e contraste de cor do ambiente oral, não influenciam na leitura. A

calibração do sistema é extremamente sofisticada pelo número de componentes envolvidos (Ex.: peça de mão, câmera, sistema de iluminação e cartão de captura). O período de calibração é automaticamente atualizado, levando em conta as mudanças de fonte de luz, o aparelho não é afetado pela temperatura externa. A informação do sistema, geralmente requer aproximadamente 30 minutos para ser completado. Chu (2001), concluiu então que a análise digital de cor fornece um preciso sistema de determinação de cores, com exata objetividade na informação de seleção de cor, que resulta na fabricação da restauração com maior sucesso, produtividade e menor estresse.

Behle em 2001, afirmou que o tempo para seleção de cor não deve ultrapassar mais de 05 a 10 segundos, num período superior a este ocorrerá fadiga dos cones e bastonetes presentes na retina e que interferem neste procedimento. Os dentes devem estar umedecidos com saliva, bem como os elementos da escala de cor, que também devem ser umedecidos com água durante a análise de cor. Lembra que utilizando a escala VITA, 80% das restaurações são na matiz A, enquanto o restante são na matiz B. As matizes C e D são raramente encontradas em dentes naturais. Afirmou ainda que a análise deve iniciar na região cervical dos dentes, onde o esmalte é mais fino e a dentina apresenta-se mais superficialmente. A cor primária do dente é determinada analisando-se a cor da dentina, as estratificações devem ser seguidas. Inicia-se pela matiz A, se o valor for baixo, opta-se pela B. Outra alternativa é dispor a escala de cor VITA em ordem decrescente de valor, sem levar em conta a matiz; isto pode permitir uma seleção de cor mais eficiente. O valor é identificado no 1/3 médio do dente. Aspectos incisais como mamelos, halos esbranquiçados, bem como áreas de maior translucidez podem ocorrer.

Behle em 2001, concluiu ainda que os seis fatores mais importantes, em ordem de abordagem de seleção de cor são: valor, translucência, forma, textura, croma e matiz. Declarou que croma é, geralmente, o último a ser selecionado pelos clínicos, embora seja

mais importante que a matriz. A intensidade da cor (croma) é mais evidente, que a sua cor (matiz). O valor é, atualmente, o mais importante de todas as variáveis. A claridade da restauração significa a chave do sucesso; e uma seleção inadequada, causa a aparência clara ou escura da restauração. Além dos seis fatores citados, algumas caracterizações devem ser observadas para dar uma aparência mais natural à restauração, como trincas, descolorações, áreas de calcificações, variações de translucência e opacidade; mavericks e áreas de exposições radiculares.

Behle em 2001, relatou que por mais de um século, a literatura tem sustentado três dimensões para a cor, elaborada por Munsell em 1898. Estas três dimensões são: matiz, croma e valor, na qual baseiam-se a escala VITA e muitos outros fabricantes de porcelanas e resinas.

Outra escala, a VITAPAN 3D – Master, (Vident Brea, Col.) não foi tão largamente utilizada, devido dificuldades na hora de sua aplicação por técnicas diretas, com o uso de resinas compostas. Os dentes são policromáticos; muitas cores derivam da quantidade de dentina e esmalte de determinadas regiões. O esmalte contribui para a opalescência, fluorescência, translucência e caracterizações, portanto, o clínico e o técnico precisam selecionar várias cores para uma única restauração. Sugere que, mapas de cores desenhando variações internas e externas; bem como fotografias, demonstrando comparações com as escalas de cores são essenciais. Também o uso de sistemas digitais de seleção de cores são importantes, particularmente em restaurações indiretas, no momento de aplicação do material.

Segundo Ahmed em 2008, outras variações ópticas que influenciam na cor são: a fluorescência e a opalescência. A fluorescência é um tipo particular de luminescência, descrito como a emissão de luz visível a partir de um objeto ou superfície na presença da iluminação ultravioleta. O grau de luminosidade de um objeto fluorescente é também

chamado de luminescência. Independente de sua cor sob a luz do dia, a fluorescência dos dentes naturais varia de um comprimento de onda máximo de 450 nm, reduzindo gradualmente até cerca de 680 nm. Lembra que, a fluorescência dos dentes independe de sua cor percebida sob a luz branca, isto é muito importante durante a confecção das porcelanas odontológicas, que procuram simular as características ópticas dos dentes naturais. A luz ultravioleta não é exclusividade das casas noturnas, mas, também, existe na luz natural; e com a crescente destruição da camada de ozônio do planeta, a quantidade de luz ultravioleta que entra na atmosfera está sofrendo um aumento cada vez maior. A fluorescência faz com que os dentes pareçam mais claros e brancos. Diz-se que ela confere vitalidade aos dentes naturais, alterando, assim, sua cor visível sob a luz natural. Esta é uma das causas de aparente desarmonia entre as cores da escala dos dentes naturais, que não se harmoniza com os dentes naturais circundantes devido aos diferentes graus de fluorescência. Embora possa ter a mesma cor de certo dente, mas seu espectro de fluorescência e a intensidade de luminescência não coincidem com os do dente. Cita ainda que, outra variação óptica, a opalescência, é observada no esmalte dentário, e que quando visto sob a luz branca incidente apresenta uma aparência azulada; mas sob transluminação aparece com uma aura alaranjada/âmbar. Como na fluorescência, a pureza óptica também é vantajosa para a simulação da opalescência na porcelana que reproduz o esmalte. Ahmad, cita ainda que sempre que possível, deve-se realizar o preparo da metade do dente, e selecionar a cor da matiz da dentina e do esmalte individualmente.

As escalas mais utilizadas para seleção de cores são:

- Vita Classic (VITA, Alemanha);
- Vitaplan 3 D – Master (VITA)
- Chomascop (Ivoclar – Vivadent, Liechtenstein).
- Escala-padrão de croma e valor específico.

A escala mais utilizada é a Vita Classic, que classifica as matizes com as letras A (laranja), B (amarelo), C (cinza-amarelado) e D (cinza-alaranjado ou marrom-alaranjado). Dentro de cada matiz, os números utilizados para referir-se ao croma e ao valor: 1, é um valor alto com baixo croma e, 4 é um valor baixo, mas com alto croma.

No início dos anos 1990, a Vita introduziu a escala de cores 3 D – Máster, com os três componentes de cor: matiz, croma e valor. Existem duas escalas 3D – Master disponíveis, vermelha e azul, ambas fabricadas com porcelanas odontológicas. A vermelha para análise da cor básica da dentina, enquanto a azul, que incorpora porcelana cervical e incisal, para as várias camadas do dente natural. Os padrões são agrupados em cinco categorias, numeradas em seqüência, com valor crescente (1,2,3,4 e 5), todos os padrões dentro de um grupo de valor apresentam a mesma luminosidade. Em um dado grupo de valor o croma aumenta de cima para baixo. Todos os grupos exceto o 1 e o 5, recebem três letras: L, M e R, correspondendo à variação da matiz. Por exemplo, L (leve) é indicativo de amarelo, M (médio), de vermelho-amarelado ou laranja e R (vermelho-red), de um matiz vermelho. O primeiro número indica o grupo de valor ( 1 a 5), a letra é a matiz (L, M ou R) e o segundo número o croma (1, 2 ou 3).

A escala Chomoscop utiliza números para discriminar matiz, isso é 100 (branco) 200 (amarelo), 300 (laranja), 400 (cinza) e 500, (marrom). O croma é indicado por outro grupo de números, sendo 10 de alto valor com baixo croma e 40 representando baixo valor e alto croma. É empregado quando da confecção de restaurações em Empress, já que os lingotes compreendem a escala Chomascop os quais podem ser convertidos em cores da escala Vita Classic, através do quadro de conversão. Afirma ainda que, quando a cor do dente não coincide com nenhum dos padrões das escalas, podem ser usadas porcelanas para fabricar uma escala-padrão; como no caso de dentes envelhecidos, com croma mais profundo, ou dentes jovens ou clareados, com valores altos. O grau de fluorescência, de

translucidez do esmalte; de opalescência, a espessura do esmalte, textura e lisura do esmalte e objetividade geram limitações nas escalas de cor, na reprodução da variabilidade encontrada nos dentes naturais.

Ahmed em 2008, afirmou que a principal vantagem da avaliação por instrumento, é a eliminação de subjetividade. Porém, a desvantagem é que a cor não é uma entidade completamente objetiva, e sua percepção é bastante influenciada pela interpretação cerebral. Mas para fins de comparação ela é útil e no futuro poderá ser importante. Cita que três tipos básicos de aparelhos são utilizados para análise instrumental ou digital da cor: espectrofotômetro, comercialmente temos o SpectroShade (MHT Optic Research, Suíça) e Easyshade (Vita, Alemanha), eles reproduzem as curvas de reflectância e/ou transmitância espectrais. Apresentam como desvantagens uma tecnologia complexa, com extensiva extrapolação de dados, alto custo, necessidade de colocação do objeto dentro do aparelho, o que é uma dificuldade para dentes naturais. Outro aparelho é o colorímetro, que baseia-se nos princípios da teoria de Young – Helmholtz de visão humana, apresentando células sensíveis às três cores primárias. Não é tão preciso quanto o espectrofotômetro, mas os dados são relativamente fáceis de manipular e utilizar sem complicações. Comercialmente temos o Shade Vision (X-Rite, MI); Shade Eye NCC (Shofu, CA) e Digital Shade Guide (Rieth, Alemanha). E ainda, a câmera digital e dispositivos vermelho, verde e azul (UVA), este, provavelmente, o menos preciso deles. Estes aparelhos analisam uma imagem digital capturada para expressar a cor e um mapa cromático. Lembra que, esta é muito influenciada pela qualidade da imagem obtida, e aí reside o ponto frágil deste método. As marcas comerciais são: ShadeScan (Cynovad, Canadá) e iKAM (DCM. Reino Unido).

Fonseca em 2008, afirmou que devido o elevado grau de exigência estética dos pacientes, a seleção de cor tem importância fundamental na obtenção de resultados satisfatórios. É importante que se compreenda que só é possível sentir as cores pela

existência da luz refletida nos objetos, alcançando os olhos e transmitindo sinais ao cérebro, o qual processa a liberação das imagens. A cor é tradicionalmente apresentada em três dimensões segundo Fonseca, que são o valor, matiz e croma. O valor é a quantidade de luz refletida por um objeto; assim, quanto maior a reflexão, mais claro aparece, tendo assim um valor mais alto. Inversamente, tem um valor baixo, aquele que absorve a maior quantidade de luz incidente. Entre os dois extremos, está uma graduação de valor chamada escala cinza.

A matiz é a segunda dimensão de cor; é o que usualmente se chama de cor, ou seja: o vermelho, o verde e o azul. Seria a percepção do comprimento de onda de luz refletida nos objetos e, codificado nas diversas cores. E a terceira dimensão é o croma, que compreende o grau de intensidade, saturação ou pureza dos pigmentos de um determinado matiz. O croma se traduz, principalmente na maior ou menor adição de pigmento cinza neutro (de mesmo valor da cor) aquela cor, diminuindo, progressivamente, sua intensidade ou saturação, tornando-a, portanto, de mais vívida para mais esmaecida, sem haver, entretanto, mudança em seu valor. Para ele, croma mais claros ou mais escuros de um mesmo matiz podem ser obtidos (com alteração do valor) com a adição de pigmento branco ou preto, produzindo cores de croma diferentes e não comparáveis, formando o UNIVERSO DE CROMAS. Somente cromas de mesmo valor podem ser comparáveis, fato este utilizado na escala 3D – Master, cujos grupos são separados, inicialmente, por valor e divididos em cromas diferentes. As escalas de cores são essenciais nas tomadas inicial e corretivas das metodologias de seleção de cor. As mais utilizadas atualmente, segundo Fonseca são a VITA CLASSICAL (antiga Vaccum) e a 3D – Master (Vita), sendo esta última a versão mais utilizada e com maior grau de acerto na seleção de cor. Cita que a escala VITA CLASSICAL é composta por 16 palhetas, divididas em letras A, B, C e D (matizes) e 1 a 4 (claro a escuro, valor). A-1, A-2, A-3, A-3,5, e A-4, se referem a

dimensão valor. Não confundir com croma, que nesta escala não apresenta definição clara. As letras A, B, C e D correspondem às diferentes matizes: A (amarelo-amaronzado); B (amarelo); C (cinza) e D (rosa-acinzentado) e se tratam de subtonalidades do matriz principal, amarelo.

Fonseca em 2008, diz que a técnica usada para seleção de cor com a escala VITA CLASSICAL é seguida dos seguintes passos:

Primeiro passo é definir o “valor” mais aproximado. Para isto basta apenas um dos matizes com todas as palhetas de valores (Exemplo: B1, B2, B3, B3-5 e B4). O importante, então, é definir o valor (1, 2, 3, 3, 5 ou 4) e não a matiz. Uma vez definido o valor mais próximo do dente em questão, por exemplo: 3, alinha-se as palhetas A3, B3, C3 e D3, para avaliar o matiz mais semelhante. Afirma que um procedimento interessante é a fotografia digital em escala de cinza, para determinar melhor o valor mais próximo entre dente e palheta. É possível que não seja o valor exato, necessitando, por vezes, de ajustes posteriores.

Segundo Yamamoto em 1992, o valor é cerca de três vezes mais importante de ser corretamente selecionado comparado ao matiz e duas vezes mais importante que o croma. Em se tratando de espectrofotômetro, descreveu que o matiz amplamente mais selecionado entre os quatro disponíveis na Escala Vita, seria o matiz A, com grande predominância das cores A2 e A3-5, dito também por Touati, em cerca de 80% dos casos. O segundo passo é a definição do matiz onde se deve observar as tonalidades A, B, C, e D. Para ele, o treinamento para reconhecimento de matizes, onde escondendo-se as letras, se procura acertar a identidade das palhetas de mesmo valor, é muito importante. Exemplo: (A4, B4, C4 e D4). Continuando o exercício com valores cada vez menores até o 1. Recomenda que dentes que apresentam tonalidades de cor além daquelas que existem na escala VITA CLASSICAL, requerem maiores informações, e faz-se uso de imagens digitais em que a

escala é fotografada junto ao dente em questão, para envio ao laboratório e avaliação em conjunto com o ceramista. Caso de dentes anteriores, muitas vezes se faz necessário mapeamento da área cervical, normalmente mais escura, devido à menor espessura do esmalte. A avaliação do bordo incisal em dentes anteriores também necessita de imagem digital, acentuando-se o contraste com o fundo bucal ou outro fundo colorido. Ainda na dimensão translucidez, na qual se percebe a vitalidade e profundidade do dente, por seu grau de transmissão de luz, conclui que é necessário uma espessura suficiente na cerâmica por vestibular e informação também por imagem digital do efeito de seleção reflexão/transmissão de luz, na coroa cerâmica, comparada os dentes naturais homólogos. Detalha ainda que a escala 3D – Master é dividida em cinco grupos (1, 2, 3, 4 e 5 determinando o valor). Sendo 1 o valor mais alto e 5 o valor mais baixo. Dentro de cada grupo de 1 a 5, existem três colunas de palhetas verticais (L, M e R, caracterizando as matizes). L, com desvio de cor para o amarelo, B, para o vermelho e M, ponto intermediário entre L e R. Na coluna vertical M, observa-se a numeração 1, 2 e 3 correspondendo aos cromas pouco intensos (1); cromas intermediários (2) e cromas intensos (3). Sugere que, utilizando a técnica de separação das dimensões de cor, o primeiro passo é utilizar somente uma de cada valor, exemplo: 1M, 2M, 3M, 4M e 5M; definindo-se, então, o valor, que pode ser confirmado por meio de imagem digital em preto-branco. O segundo passo é a definição do cromas, buscando maior proximidade quanto a intensidade do pigmento. Exemplo: dentro do grupo 4, escalas M (intermediárias) 1, 2 ou 3. Seguindo então o terceiro passo, que é a definição de desvios de matiz para amarelo L ou vermelho R. Definindo-se, então o matiz.

A área cervical merece seleção de cor específica para a região. A imagem digital é absolutamente necessária para complementação da informação do mapeamento, principalmente nos quesitos área incisal e translucidez do dente.

### **3. Proposição**

Objetivo geral:

Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura avaliando os métodos descritos para seleção de cor.

Objetivos Específicos:

- Verificar se existe um protocolo estabelecido para a escolha de cor.
- Verificar se as novas tecnologias de imagens digitais computadorizadas podem substituir a visão humana.
- Verificar se as escalas de cores são úteis; quais suas limitações e quais escalas podem ser empregadas.

#### 4. Artigo Científico

Artigo elaborado segundo as normas da Revista Implantnews.

### Seleção de Cor em Restaurações Cerâmicas

Márcio Bernardo Boehm\*

Carolina Guimarães Castro\*\*

Ivete Aparecida de Mattias Sartori\*\*\*

\* Graduado em Odontologia pela UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Especialista em Prótese Dentária pela Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO – Curitiba – Paraná.

\*\* Mestre em Reabilitação Oral pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia.

\*\*\* Mestre e Doutora em Reabilitação Oral pela USP/Ribeirão Preto.

Endereço do autor:  
Marcio Bernardo Boehm  
CEP: 89204140  
Rua Almirante Tamandaré, 193 - América  
Joinville- SC

## RESUMO

A seleção de cor apresenta interpretação altamente subjetiva, mas também é uma disciplina científica, por esta razão um manual de determinação de cor não existe. O conhecimento das diversas dimensões da cor como valor, croma, matiz, intensidade e caracterizações são fundamentais para uma adequada seleção. Controle das variedades físicas, fisiológicas, psicológicas e dentárias que possam interferir nesse procedimento devem ser bem consideradas. Tecnologias na área de imagens digitais computadorizadas como espectrofotômetros e colorímetros ainda apresentam limitações em suas medições, não substituindo a visão humana; embora apresentem-se com um futuro muito promissor. Técnicas convencionais com o uso de escalas de cores, embora apresentem algumas limitações, são as mais empregadas. Dentre as escalas, a mais utilizada é Vita Classic (VITA, Alemanha), tendo-se ainda a Vitapan 3D-Master (VITA); Chomascop (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein) e Escala-padrão de croma e valor específico, dentre outras.

Unitermos: Seleção Visual; Estética Dentária; Porcelana Dentária.

## INTRODUÇÃO

A estética dental é uma exigência em nossos procedimentos clínicos diários. Ela é pessoal, e pode variar conforme a época e local em que as pessoas vivem. “Ao contrário do que pensam muitos dentistas, apenas 30 a 40% das pessoas adultas que apresentam desarmonia nos dentes anteriores estão insatisfeitas com os seus sorrisos.”<sup>4</sup>

Na verdade, a maioria dos dentistas interpreta atitudes estéticas com base nas suas próprias opiniões e referências, e não nas expectativas do paciente.<sup>10</sup>

A cor é uma das características fundamentais para que alcancemos uma estética desejável em nosso trabalho. Para explicar a cor, a ciência envolve áreas como a física, a química, a fisiologia e a psicologia. Sua percepção envolve a presença de uma fonte de luz (iluminador), um objeto e um detector (ocular ou instrumental).<sup>1</sup> Ela é resultado de três processos: estímulo, sensação e percepção.<sup>12</sup>

O sistema visual do olho só é capaz de detectar comprimentos de onda de 380nm (violeta) a 780 nm (vermelho).<sup>1</sup>

Segundo Newton,<sup>20</sup> a luz não tem cor; somente quando ela interage com um objeto é que a cor é produzida. Comprovado em seu famoso experimento de decomposição da luz através de um prisma, em todas as cores do espectro visível que compreende o vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, lilás e violeta.

A literatura tem sustentado desde 1898, três dimensões para definir cor, que segundo Munsell são matiz, croma e valor. Nela se baseiam a escala Vita e muitos outros fabricantes de porcelanas e resinas.<sup>1,12</sup> Sendo necessário o entendimento dessas dimensões para o máximo aproveitamento das escalas cerâmicas, com os todas as limitações inerentes as mesmas. Dentre essas dimensões, o valor e a mais importante fração da descrição das cores, superando o croma e a matiz.<sup>12,17</sup>

Atualmente, outras dimensões têm sido acrescentadas para a reprodução mais fiel de um elemento dental, além da cromaticidade (matiz e croma) e valor (luminosidade), como a intensidade, opalescência e caracterizações.<sup>26</sup>

Técnicas convencionais de seleção de cor resultam em análises subjetivas dessas características e erros de comunicação com o técnico laboratorial são evidentes.

A análise digital tem sido designada para eliminar a subjetividade da análise de cor e fornecer informações exatas ao técnico na execução da restauração.<sup>10</sup> Instrumentos como espectrofotômetros, colorímetros, câmaras digitais e dispositivos vermelho, verde e azul (UVA), foram avaliados, onde o colorímetro tri-estímulo foto-elétrico (Minolta Corp. Ramsey, NJ 07446), mostrou-se ser o melhor em superfícies de porcelana.<sup>22</sup>

Muitos problemas ainda ocorrem com uso dessas tecnologias, onde as leituras apresentam-se irregulares e necessitam de um maior desenvolvimento para que possam substituir a visão humana.<sup>1,10,22,23</sup>

Técnicas convencionais com emprego de escalas de cor, embora apresentem caráter subjetivo e variem entre indivíduos, podem ser melhoradas segundo demonstrou Bergen, quanto a discriminação, percepção e descrição da cor com procedimentos de treinamento.<sup>23</sup>

Um protocolo específico para seleção de cor não existe, pois pode servir para uns e não a outros; sendo importante a elaboração de métodos adequados a cada prática individual e equipamentos.<sup>1,2,12,18</sup>

## **DISCUSSÃO**

Dentre os sentidos humanos, a visão se sobressai aos da audição, olfato, tato e paladar. Ela é a parte da experiência visual e um dos mais complexos processos que

ocorrem no cérebro; sua identificação é resultado de três processos: estímulo, sensação e percepção. São eventos distintos, mas que ocorrem em seqüência durante a detecção de cor. A ciência explica cor envolvendo muitas áreas como a física, a química, a fisiologia e a psicologia (psicofísica).<sup>3</sup>

A energia radiante (luz) é uma faixa estreita do espectro eletromagnético, que em um extremo compreende as ondas longas de rádio e, em outro, as ondas mais curtas da radiação gama. A faixa de luz que sensibiliza a retina fica entre 380 nm (violeta) e 780 nm (vermelho).<sup>1,3,16</sup>

Isaac Newton, em seu famoso experimento de decomposição da luz por meio de um prisma, concluiu que a luz não tem cor, somente quando interage com um objeto é que a cor é reproduzida.<sup>20</sup>

Por mais de um século, a literatura tem sustentado três dimensões para definir cor; elaborada por Munsell em 1898. Estas três dimensões são: matiz, croma e valor, na qual baseiam-se a escala VITA e muitos outros fabricantes de porcelanas e resinas.<sup>12,15,26</sup>

O valor é a quantidade de luz refletida por um objeto, assim sendo, quanto maior a reflexão, mais claro aparece, tendo assim um valor mais alto. Entre os dois extremos, está uma graduação de valor chamada escala de cinza.

Matiz é a segunda dimensão de cor. É o que usualmente se chama de cor, ou seja, vermelho, verde ou azul. E croma é o grau de intensidade, saturação ou pureza dos pigmentos de um determinado matiz, se traduz na maior ou menor adição de pigmento cinza neutro (de mesmo valor da cor). O valor é a mais importante fração de descrição das cores, superando o croma e a matriz.<sup>1,12,17</sup>

A interpretação da cor é muito subjetiva, mas também é científica, por isso os clínicos devem ter um conhecimento básico de cor. Um protocolo específico não existe,

pois pode servir para uns e não a outros; portanto é importante a elaboração de métodos adequados à sua prática individual e equipamentos.<sup>1, 2, 12, 18</sup>

A escala mais utilizada para a seleção de cor é a VITA CLASSIC (VITA, Alemanha). Tendo-se ainda a VITAPAN 3D-Máster (VITA), Chomascop (IVOCLAR-VIVADENT, Liechtenstein), esta é mais utilizada quando da confecção de restaurações em Empresa; Escala-padrão de croma e valor específico entre outras.

O grau de fluorescência; de translucidez do esmalte; de opalescência, a espessura, textura e lisura do esmalte, e objetividade geram limitações nas escalas de cor na reprodução da variabilidade encontrada nos dentes naturais.<sup>1</sup>

O pescoço cervical dos elementos da escala de cor deve ser removido, pois, podem influenciar na determinação da cor.<sup>23</sup>

Baseado em estudos com espectrofotômetros, Yamamoto considerou importantes apenas as cores A e B, onde o A é presente na média de cromaticidade dos dentes naturais. O C e o D, são, essencialmente, A e B de baixo valor, sendo pouco considerados.<sup>7, 26</sup>

Touati et al., encontraram 80% de matizes derivados do grupo A.<sup>25</sup>

A consulta para seleção de cor deverá ser realizada quando possível no início do dia, quando a equipe odontológica está descansada. O ambiente deve ser tranquilo, livre de distração, sugere Ahmad.<sup>1</sup> É importante a presença do ceramista. O paciente deve estar acompanhado por um parente ou amigo próximo para confirmar a cor escolhida. As paredes do consultório devem apresentar cores neutras e os pacientes orientados a evitar roupas de cores vivas e maquiagem excessiva.<sup>1, 16, 23, 26</sup>

A mais neutra forma de luz, é a “luz do dia”. Luz incandescente produz um tom amarelo, e lâmpadas fluorescentes contém faixa de luz ultravioleta adicionais, que podem trazer alteração na frequência da escala visível (fluorescência).<sup>1, 24, 26</sup> Ahmad<sup>2</sup>, sugeriu que

a quantidade de luz deve ser de 1500 lux, equivalente a duas lâmpadas fluorescentes de 220W a uma distância de 2 metros, e apresentar-se difusa para evitar a reflexão especular.

A cor básica dos dentes deve ser registrada observando-se o terço médio do dente (matiz e croma). Deve-se usar diferentes escalas se necessário.<sup>2,17</sup> O tempo para a seleção de cor não deve ultrapassar 5 a 10 segundos, um período superior a este causará fadiga dos cones e bastonetes presentes na retina e que irá interferir neste procedimento. Contemplando-se um cartão azul, haverá um descanso desses cones e o processo pode ser retomado.<sup>1, 8, 12, 17, 18</sup>

O dentista deve se posicionar de pé em frente ao paciente. Qualquer outra posição pode dificultar uma melhor seleção de cor.<sup>1, 8, 26</sup> Fotografar os dentes e os padrões das escalas visando diferentes condições de iluminação como flash (5.500K) e iluminação natural (6.500 K) para eliminar o metamerismo. As fotos devem seguir a escala de 1:1 para caracterizações necessárias. Uso de luzes ultravioleta e trans-iluminação para reproduzir a fluorescência e a opalescência, respectivamente.<sup>1</sup>

Havendo dificuldade na seleção de cor, o profissional pode pedir ajuda a sua assistente, se esta for do sexo feminino, pois as mulheres têm maior sutileza na percepção de cor do que os homens<sup>16</sup>. Os dentes devem estar umedecidos com saliva ou água, bem como os elementos da escala de cor durante a análise.<sup>8</sup>

Vanini elaborou um conceito de gráfico cromático, onde primeiro era considerado a cromaticidade do corpo da dentina e, então o esmalte e seus numerosos aspectos (caracterizações).<sup>26</sup>

Ahmad<sup>1</sup> citou a importância de criação de um diagrama cromático, com as nuances de cor e as caracterizações para a devida comunicação com o técnico laboratorial, assim como também das imagens digitalizadas por e-mail.

Sorensen e Torres<sup>24</sup> observaram que a comunicação entre dentista e técnico laboratorial tem sido muito deficientes, principalmente por omissão, variabilidade de informações ou pela falta de clareza. O problema de determinação e comunicação da cor entre dentista e ceramista é evidente.

O uso de técnicas instrumentais, com finalidade de eliminar o caráter subjetivo do processo de seleção de cor não tem revelado bom resultados. Aparelhos como espectrofotômetros, colorímetro, câmeras digitais e dispositivos vermelho, verde, azul (UVA) necessitam de mais desenvolvimentos tecnológicos, visto que suas leituras são irregulares. Hoje servem como meios auxiliares, não substituindo a visão humana, porém, podem ter um caráter promissor no futuro.<sup>2, 6, 10, 22, 24</sup>

## **CONCLUSÃO**

A seleção de cor é uma interpretação muito subjetiva e está sujeita a uma série de variáveis sejam elas de naturezas físicas, fisiológicas, psicológicas e dentárias.

O fato do dente ser policromático, composto por estruturas e tecidos (dentina, esmalte e polpa) com propriedade ópticas diferentes, estando distribuídos de maneira não uniforme ao longo da coroa dental, faz com que a escolha da cor seja um procedimento altamente complexo e de difícil reprodução.

É importante que o clínico tenha um conhecimento básico das dimensões da cor, para que possa tirar o maior proveito possível das escalas de cores, onde muitas vezes serão necessárias o emprego de várias delas.

As técnicas para seleção de cor devem ser adequadas a cada profissional, não existindo um protocolo único.

As novas tecnologias na área de imagens digitais computadorizadas necessitam ainda de um maior desenvolvimento, para que possam vir a substituir a visão humana, embora se apresentem com um futuro muito promissor.

## **ABSTRACT**

Color selection presents highly subjective interpretation, but it is also a scientific discipline, and for that reason a color determination manual does not exist. Knowledge of the diverse dimensions of color such as value, chroma, hue, intensity and characterizations are fundamental for adequate selection. Control of the physical, physiological, psychological and dental variations that may interfere in this procedure must be well considered. Technologies in the area of computerized digital images like spectrophotometers and colorimeters still present limitations in their measurements, not replacing human sight, although they present a very promising future. Conventional techniques with the use of color scales, although they present some limitations, are most used - among the most used scales is the Vita Classic (Vita, Germany), as well as the Vitopan 3D-Master (Vita); Chromascop (Ivoclor-Vivadent, Liechtenstein) and the Standard Scale of chroma and specific value, among others.

Key-words: Vision Screening; Dental Esthetics; Dental Porcelain.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Ahmad I. Protocolos para Restaurações Estéticas Previsíveis. Porto Alegre: Artmed, 2008.
2. Ahmad I. Three Dimensional Shade Analysis: Perspectives of Color – Part II. Pract Periodontics Aesthet Dent 2000;12(6):557-64.
3. Ahmad I. Three Dimensional Shade Analysis: Perspectives of Color – Part I. Pract Periodontics Aesthet Dent 1999;11(7):789-96.
4. Baratieri LN. Estética. Restaurações Adesivas Diretas Em Dentes Anteriores Fraturados. São Paulo: Santos; 1995.
5. Baratieri LN, Ritter AV, Andrade MAC. Como melhorar o desempenho das restaurações estéticas diretas? Atualização na clínica odontológica: A prática da clínica geral. São Paulo: Artes Médicas;1994.
6. Behle C. Shade selection techniques: Part one – Tools for effective communication. Pract Periodontics Aesthet Dent 2001;13(7):536.
7. Behle C. Shade selection techniques: Part twoDimensions of Color. Pract Periodontics Aesthet Dent 2001;13(8):652-4.
8. Behle C. Shade selection techniques: Part three – Principles for stratification. Pract Periodontics Aesthet Dent 2001;13(9):717-20.
9. Burk B. Color and esthetics. In: Yamada H N, editores. Dental Porcelain: the state of the art – 1977. Los Angeles: University of Southern California; 1977. p. 293-5.
10. Chu S. Digital Shade Analysis and verification: A case report and discussion. Pract Proced Aesthet Dent 2001;13(2):129-36.
11. Culpeper WD. A comparative study of shade-matching procedures. J Prosthet Dent1970;24:166-73.
12. Fonseca A. Odontologia Estética. A arte da perfeição. São Paulo: Artes Médicas; 2008.
13. Goldstein R E. Study of need for esthetic in dentistry. J Prosthet Dent1969;21:589-98.
14. Kuwata M. Theory and Practice for Ceramo Metal Restoration. Londres: Quintessense;1980.
15. Knispel G. Factors affecting the processo f color matching restorative materials to natural teeth. Quintessense Int 1991;22(7):525-31.
16. Matthews TG. A Method for Shade Selection (I). Quintessense Int 1980;11(2):101-5.

17. Matthews TG. A Method for Shade Selection (II). *Quintessence Int.* 1980;1(3):67-70.
18. Miller A, Long J, Cole J, Staffanou R. Shade selection and laboratory communication. *Quintessence Int* 1993;24(5):305-9
19. Muia P J. *The For Dimensional Tooth Color System*. Chicago: Quintessence; 1982.
20. Newton I. *Opticks*. London: Willians & Jonh Innys; 1730.
21. Obregon A, Goodkind RS, Schwabacher WB. Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceromometal restorations. *J Prosthet Dent* 1981;46:330-40.
22. Seghi RR; Johnston WM, O'Brien WJ. Performance Assessment of Colorimetric Devices on Dental Porcelains. *J Dent Res* 1989;68(12):1755-9.
23. Sorensen A, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restoration. Part I: A systematic method for shade determination. *J Prosthetic Dent* 1987;58(2): 133-9.
24. Sorensen A, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restoration. Part II: Procedures for visual communication. *J Prosthetic Dent* 1987;58(6): 669-77.
25. Touati B, Miara P, Nathanson D. *Esthetic Dentistry and ceramic restorations*. London: Martin Dunitz A; 1993.
26. Vanini L, Mangani F M. Determination and Communication of Color using the Five Color Dimensions of teeth. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;13(1):19-26.
27. Yamamoto M. the value conversion system and a new concept for expressing the shades of natural teeth. *Quintessence Dent Technol* 1992;19(1):2-9.

## 5. Referências

1. Ahmad I. Protocolos para Restaurações Estéticas Previsíveis. Porto Alegre: Artmed; 2008.
2. Ahmad I. Three Dimensional Shade Analysis: Perspectives of Color - Part II. *Pract Periodont Aesthet Dent*. 2000;12(6):557-64.
3. Ahmad I. Three Dimensional Shade Analysis: Perspectives of Color - Part I. *Pract Periodont Aesthet Dent*. 1999;11(7):789-96.
4. Baratieri LN. Estética. Restaurações Adesivas Diretas Em Dentes Anteriores Fraturados. São Paulo: Santos; 1995.
5. Baratieri N, Ritter AV, Andrade MAC. Como melhorar o desempenho das restaurações estéticas diretas? Atualização na clínica odontológica: A prática da clínica geral. São Paulo: Artes Médicas; 1994.
6. Behle C. Shade selection techniques: Part one – Tools for effective communication. *Pract Periodont Aesthet Dent*. 2001;13(7):536.
7. Behle C. Shade selection techniques: Part two – Dimensions of Color. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 2001;13(8):652-4.
8. Behle C. Shade selection techniques: Part three – Principles for stratification. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 2001;13(9):717-20.
9. Burk B. Color and esthetics. In: Yamada HN; editores. *Dental Porcelain: the state of the art – 1977*. Los Angeles: University of Southern California; 1977. p. 293-5.
10. Chu S. Digital Shade Analysis and verification: A case report and discussion. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2001;13(2):129-36.
11. Culpeper WD. A comparative study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent*. 1970;24:166-73.
12. Fonseca A. *Odontologia Estética. A arte da perfeição*. São Paulo: Artes Médicas; 2008.
13. Goldstein RE. Study of need for esthetic in dentistry. *J Prosthet Dent*. 1969;21:589-98.
14. Kuwata M. *Theory and Practice for Ceramo Metal Restoration*. Londres: Quintessence; 1980.
15. Knispel G. Factors affecting the processo f color matching restorative materials to natural teeth. *Quintessence Int*. 1991;22(7):525-31.

16. Matthews TG. A Method for Shade Selection (I). *Quintessence Int.* 1980;1(2):101-5.
17. Matthews TG. A Method for Shade Selection (II). *Quintessence Int.* 1980;11(3):67-70.
18. Miller A, Long J, Cole J, Staffanou R. Shade selection and laboratory communication. *Quintessence Int.* 1993;24(5):305-9.
19. Muia PJ. *The For Dimensional Tooth Color System*. Chicago: Quintessence; 1982.
20. Newton I. *Opticks*. London: Willians & Jonh Innys; 1730.
21. Obregon A, Goodkind RS, Schwabacher WB. Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceromometal restorations. *J Prosthet Dent.* 1981;46:330-40.
22. Seghi RR; Johnston WM, O'Brien WJ. Performance Assessment of Colorimetric Devices on Dental Porcelains. *J Dent Res.* 1989;68(12):1755-9.
23. Sorensen A, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restoration. Part I: A systematic method for shade determination. *J Prosthetic Dent.* 1987;58(2):133-9.
24. Sorensen A, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restoration. Part II: Procedures for visual communication. *J Prosthetic Dent.* 1987;58(6):669-77.
25. Touati B, Miara P, Nathanson D. *Esthetic Dentistry and ceramic restorations*. London: Martin Dunitz, 1993.
26. Vanini L, Mangani FM. Determination and Communication of Color using the Five Color Dimensions of teeth. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2001;13(1):19-26.
27. Yamamoto M. The value conversion system and a new concept for expressing the shades of natural teeth. *Quintessence Dent Technol.* 1992;19(1):2-9.

## **6. Anexo**

Normas da Revista:

Link: <http://www.implantnews.com.br/normas.asp>