YURI ARAKAKI

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA DIFERENÇA DE COR ENTRE
PROFISSIONAIS DA ODONTOLOGIA**

São Paulo

2007

Yuri Arakaki

**Avaliação da percepção da diferença de cor entre
profissionais da odontologia**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística

Orientadora: Prof^a Dr^a Margareth Oda

São Paulo

2007

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Arakaki, Yuri

Avaliação da percepção da diferença de cor entre profissionais da odontologia / Yuri Arakaki; orientador Margareth Oda. -- São Paulo, 2007.

101p.: tab., fig., graf.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Dentística) -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

1. Percepção de cor – Odontologia 2. Cirurgiões-dentistas - Percepção 3. Dentística

CDD 617.675

BLACK D2

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE E COMUNICADO AO AUTOR A REFERÊNCIA DA CITAÇÃO.

São Paulo, ____/____/____

Assinatura:

E-mail:

FOLHA DE APROVAÇÃO

Arakaki Y. Avaliação da percepção da diferença de cor entre profissionais da odontologia [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2007.

São Paulo, ____/ ____/ 2007.

Banca Examinadora

1)Profª. Drª. _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof. Dr. _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3)Prof. Dr. _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Shideu e Tie**, e aos meus irmãos, **William e Edson**

Vocês são meus exemplos de vida e a base de tudo!

Obrigada pelo amor, carinho e apoio incondicional em todos os momentos.

Ao **Luís**,

Meu eterno companheiro, amigo e amor. Obrigada por sempre estar ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof Dr Glauco Fioranelli Vieira por todos os anos de convivência e aprendizado.

À Profª Drª Margareth Oda pelo incentivo e apoio recebidos.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto de Bragança Pereira pela ajuda na análise e interpretação estatística.

À FAPESP pelo auxílio à pesquisa.

Aos participantes deste projeto, pois tornaram possível este trabalho.

Aos amigos da pós-graduação, pela amizade e carinho.

À Soninha que torna nossos dias mais simples e prazerosos.

Ao Davi pelo auxílio durante todo o curso de pós-graduação.

Arakaki Y. Avaliação da percepção da diferença de cor entre profissionais da odontologia [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2007.

RESUMO

Este estudo comparou a percepção da diferença de cor entre profissionais da Odontologia e a influência de cada coordenada na percepção da diferença de cor. O critério de exclusão dos participantes foi a deficiência na visão cromática que foi avaliada através da versão simplificada do teste de Ishihara. Dois homens identificaram incorretamente 1 ou mais pranchas e foram excluídos do estudo. Participaram desta pesquisa 51 pessoas: 20 alunos do último ano de graduação, 20 clínicos gerais e 11 professores. Todas avaliações foram realizadas sob iluminante D₆₅ e em cabine de luz. Neste experimento foram utilizados 1 cartão padrão e 3 conjuntos de cartões. Cada conjunto de cartões foi composto por 1 cartão que apresenta os mesmos valores de L*, a* e b* que o cartão padrão e 6 cartões que apresentavam variações em apenas uma das coordenadas. Solicitamos aos participantes que selecionassem: 1 cartão que não apresentasse diferença de cor em relação ao cartão padrão, 1 cartão cuja diferença de cor em relação ao cartão padrão seria aceitável e 1 cartão cuja diferença de cor seria inaceitável. A análise dos resultados sugere que não houve diferença na percepção da diferença de cor entre homens e mulheres e entre alunos de graduação, clínicos gerais e professores em qualquer dos grupos.

Palavra-chave: Cor; Diferença de cor; Odontologia restauradora

Arakaki Y. Evaluation of color difference perception among different dental personnel [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2007.

ABSTRACT

This study investigated the perception of color difference among distinct group of dental personnel and the influence of each color coordinate on the perception of color difference. The color vision deficiency was the only exclusion criteria used. Screening for color defective vision was conducted using the simplified version of Ishihara test. Two men who missed 1 or more plates did not take part in this study. Fifty one subjects took part in this experiment: 20 final year dental students, 20 dental practitioners and 11 teachers. All visual assessments were conducted with D₆₅ illumination of visual observation booth. Test was composed of 1 standard card and 3 sets of cards. Each set consisted of 1 card that did not differ from standard card and 6 cards that differed from the standard card in only one coordinate L*, a* or b*. The subjects were asked to select: 1 card that matched to the standard card; 1 card that color difference from the standard card would be acceptable; and 1 card that color difference from the standard card would be unacceptable. The analysis of percentis suggests that within the limitations of this study: there were no significant difference in color difference perception between men and women or between dental students, dental practitioners and teachers.

Key words: Color; Color difference; Restorative dentistry

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3 PROPOSIÇÃO.....	50
4 MATERIAL E MÉTODO.....	51
5 RESULTADOS.....	68
6 DISCUSSÃO.....	77
7 CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS.....	92
ANEXOS.....	99

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, saúde não representa apenas a ausência de doença, a saúde engloba também os fatores, emocionais, sociais ou psicológicos, que possam interferir na qualidade de vida das pessoas. Neste contexto, a procura por tratamento restaurador estético é cada vez maior, pois a aparência dos dentes desempenha papel fundamental no bem estar emocional e social do indivíduo. Outro fator que impulsiona o crescimento da Odontologia restauradora estética é o constante desenvolvimento de técnicas e materiais estéticos que proporcionam aos profissionais diversos recursos para suprir as necessidades dos pacientes.

O sucesso do tratamento restaurador estético envolve aspectos funcionais, morfológicos e ópticos, mas para os pacientes é a cor o fator que determina o sucesso do tratamento. Porém, a seleção de cor ainda representa um grande desafio aos cirurgiões dentistas.

O olho humano é capaz de perceber diferenças de cor entre os objetos e os profissionais, como cirurgiões-dentistas, familiarizados à observação de cores, têm maior capacidade de visualizar diferenças de cor que pessoas cujas atividades não envolvem a visualização de cor. Porém, diferentes pessoas: vêem as cores de maneiras diferentes; também diferem em suas habilidades na percepção da diferença de cor; e, podem ter opiniões divergentes com relação à magnitude da diferença de cor entre dois objetos.

Para que as mensurações da diferença de cor entre dente e materiais restauradores tenham relevância clínica é necessário determinar os limites aceitáveis de diferença de cor do observador humano. Apesar dos muitos estudos já

realizados, ainda existe controvérsia entre os autores quanto a diferença aceitável de cor (DANCY et al., 2003; JOHNSTON; KAO, 1989; LAGOUVARDOS; DIAMANTI; POLYZOIS, 2004; RAGAIN; JOHNSTON, 2001; RUYTER; NILNER; MÖLLER, 1987; SEGHI; HEWLETT; KIM, 1989; YAP et al., 1999). Além disso, exceto por Douglas e Brewer (1998), os autores não observaram a influência de cada coordenada L^* , a^* e b^* na percepção da diferença de cor. Assim, o objetivo deste estudo foi: comparar a percepção da diferença de cor entre homens e mulheres e entre alunos do último ano de graduação, clínicos gerais e professores; verificar a influência de cada coordenada na percepção da diferença de cor; e quantificar, para cada coordenada, a diferença de cor aceitável.

2 REVISÃO DE LITRATURA

A visão humana é o resultado de um complexo processo que envolve aspectos tanto neurofisiológicos quanto físicos. De maneira simplificada a percepção da cor de um objeto depende da interação entre três elementos: luz (ou iluminante), objeto e observador. Assim, nesta revista de literatura serão abordados aspectos referentes a cada um dos três elementos, a interação entre eles e a relação da cor com a Odontologia.

2.1 Considerações básicas sobre luz e cor

2.1.1 espectro eletromagnético

Espectro eletromagnético é o conjunto das várias formas de radiação eletromagnética, que são ordenadas de acordo com seus comprimentos de ondas ou suas frequências e inclui as ondas de: rádio, microondas, radiação infravermelha, luz, ultravioleta, raio-x e radiação gama, que propagam com a velocidade da luz no vácuo (c), ou seja, de 3×10^8 m/s (PRESTON; BERGEN, 1980).

A radiação eletromagnética é um dos vários tipos de energia, sendo descrita detalhadamente através da frequência, da amplitude e/ ou do comprimento de onda. Frequência (f) é o número de ondas que passam por segundo por um determinado ponto; amplitude (a) corresponde a distância máxima entre uma crista e um vale; comprimento de onda (λ) é a distância entre dois pontos adjacentes (crista ou vale) de máxima amplitude (Figura 2.1).

Figura 2.1 – Onda eletromagnética e seus componentes (modificado de STEAGALL JR, 2005; WIKIPEDIA, 2006)

2.1.2 espectro visível: a luz visível

O espectro visível é a porção do espectro eletromagnético capaz de estimular o olho humano e produzir a sensação visual (CHU, 2002; PRESTON; BEREN, 1980; RYERSON, 1991; WESTLAND, 2003). Identifica-se o intervalo de radiação eletromagnética, compreendido entre 380 (violeta) e 700 (vermelho) nanômetros (nm: medida do comprimento de onda; bilionésima parte do metro – 10^{-9} metro),

como sendo a luz visível, ou simplesmente luz. Os diferentes comprimentos de ondas do espectro visível que o olho humano distingue correspondem a diferentes cores: violeta (400 – 450 nm), azul (450 – 480 nm), azul-esverdeado (480 – 490 nm), verde-azulado, verde (500 – 560 nm), verde-amarelado (560 – 570 nm), amarelo (570 – 590 nm), alaranjado (590 – 620 nm) e vermelho (620 – 700 nm) (Figura 2.2) (VEIRA, 1990).

Figura 2.2 – Espectro eletromagnético e espectro visível (modificado de VIEIRA, 1990; WIKIPEDIA, 2006)

2.1.3 fontes de luz

A luz pode advir de uma fonte primária ou de uma fonte secundária. As fontes primárias são aquelas que emitem luz, por exemplo, o Sol, a chama de vela e as lâmpadas; e as fontes secundárias são aquelas que reenviam para o meio a luz que recebe de outros corpos, como por exemplo, a Lua, as paredes, as roupas, entre outras. As fontes de luz podem ser: monocromáticas, ou seja, composta por apenas

um comprimento de onda; ou policromáticas, composta por diversos comprimentos de onda (RAMALHO JR et al., 1985).

A Comissão Internacional de Iluminação (CIE) é autoridade internacional em luz, cor, iluminação e espaços de cor e, em 1931, padronizou em graus Kelvin os iluminantes A, B e C. Posteriormente, em 1964, introduziu o iluminante D_{65} .

O iluminante CIE A é uma lâmpada de tungstênio que produz uma luz amarela-avermelhada, com temperatura de 2856°K , usada para simular a luz incandescente. Os iluminantes CIE B e CIE C utilizam uma lâmpada de tungstênio acoplada a um filtro e simulam duas condições: a luz do Sol direta com temperatura de 4874°K (iluminante CIE B) e a luz do Sol indireta com temperatura de 6744°K (iluminante CIE C). O iluminante D_{65} (ou luz do dia), com temperatura de 6500°K , é semelhante ao iluminante CIE C, porém contém o componente ultravioleta (UV) para melhor simular a luz do dia. O iluminante F ou luz branca, com temperatura de 4500°K , simula uma lâmpada fluorescente (Figura 2.3) (WESTLAND, 2003; WYSZECKI, 1978).

Figura 2.3 – Diferentes iluminantes: a) D_{65} , b) F, c) A

Para Matthews (1980a, b) a luz seria essencial para a percepção de cor, já que interpretaríamos a luz refletida pelos objetos. Como há diferenças tanto na quantidade quanto na qualidade de comprimentos de onda emitidos por diferentes

fontes de luz, o autor sugeriu que a seleção de cor na Odontologia deveria ser realizada sob diversas fontes de iluminação e que os profissionais considerassem a que tipo de iluminação seus pacientes estariam mais expostos nas suas atividades cotidianas.

Vieira (1990) analisou a influência de diferentes iluminantes na cor das resinas compostas. Para isso, utilizou várias cores de 8 diferentes compósitos e 3 fontes de iluminação: luz do dia, fluorescente e incandescente. Os valores de L^* , a^* e b^* de cada material sob os diversos iluminantes foram obtidos com auxílio de um espectrofotômetro. Com base nos resultados, o autor pode concluir que a aparência da cor é significativamente igual com relação à luminosidade e a saturação para as fontes de luz fluorescente e incandescente; e que a aparência da cor é mais escura e menos saturada quando os materiais foram avaliados sob a luz do Sol.

Phillips (1993) afirmou que a distribuição espectral da luz refletida por um objeto ou transmitida através dele se relacionaria distribuição espectral da luz sob a qual estaria sendo observado. Melchiades e Boschi (1999) acrescentaram que quando ocorre alteração no espectro da luz incidente, as interações e as consequências dessas alterações, ou seja, a cor, também são modificadas.

Yap et al. (1999) também consideraram que as condições de iluminação dos consultórios e dos laboratórios influenciariam a seleção da cor, pois diferentes fontes de iluminação seriam compostas por diferentes comprimentos de ondas e exemplificaram esta condição afirmando que a “luz fluorescente tende a acentuar a porção azul do espectro, enquanto a incandescente tende a acentuar a porção amarela-avermelhada do espectro”.

Ferreira (2002) avaliou a influência de 3 iluminantes (D_{65} , A e C) no comportamento da cor de diferentes materiais restauradores: porcelana, resina

acrílica ativada quimicamente e resina composta. Dois dentes naturais foram utilizados como padrões. Os valores de L^* , a^* e b^* dos padrões e dos corpos de prova sob os diferentes iluminantes foram obtidos com auxílio de um espectrofotômetro e os valores de diferença de cor (ΔE^*) entre os padrões e os diferentes materiais sob as diferentes condições de iluminação foram calculados. Os resultados mostraram que a iluminação, isoladamente, não foi determinante na correspondência da cor entre os padrões e os materiais restauradores. Contrariamente, entre os fatores estudados por Dagg et al. em 2004 – diferentes materiais, qualidade de iluminação, espessura do material, experiência do observador – a qualidade de iluminação foi o fator mais crítico para a seleção correta de cores, sendo que as escolhas mais precisas foram obtidas sob a fonte de iluminação que continha todos os comprimentos de onda do espectro visível.

Wyszecki (1978) afirmou que os iluminantes A e D_{65} seriam suficientes para o uso em avaliações colorimétricas. As normas NBR 11160 (ABNT, 1990), para a avaliação visual da diferença de cor de materiais opacos, e NBR 15077 (ABNT, 2004), para a determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental, sugeriram o uso de pelo menos 2 iluminantes, sendo a luz do dia necessariamente uma das fontes de luz empregada. Na literatura odontológica, o iluminante D_{65} tem sido frequentemente usado nos estudos que envolvem cor (DOUGLAS, 1997; DOUGLAS; BREWER, 1998; FERREIRA, 2002; JOHNSTON; KAO, 1989; LAGOUVARDOS; DIAMANTI; POLYZOIS, 2004; MELGOSA et al., 2000; RAGAIN; JOHNSTON, 2001; TEN BOSCH; COOPS, 1995; YAP et al., 1999).

2.1.4 interação da luz visível e os objetos

Independentemente da qualidade da fonte luminosa e do observador, os objetos se comportam de formas diferentes em relação à propagação de luz. Podem ser considerados meios transparentes quando permitem a propagação de luz e a visualização nítida de um objeto através dele; meios translúcidos quando permitem a propagação de luz, mas não a nítida visualização de um objeto através dele; ou meios opacos quando não permitem a propagação de luz (Figura 2.4) (BURKINSHAW, 2004).

Figura 2.4 – Comportamento dos objetos em relação à propagação da luz: a) meio transparente; b) meio translúcido; c) meio opaco

É preciso considerar, também, o fato de que quando a luz atinge um determinado corpo, seja transparente, translúcido ou opaco, pode ocorrer simultaneamente, com maior ou menor intensidade, a reflexão especular, a reflexão difusa, a refração, o espalhamento e/ ou a absorção desta luz (Figura 2.5). Graficamente, o sentido e a direção de propagação da luz são representados por

linhas curvas ou retílineas denominadas raios de luz (RAMALHO JR et al., 1985; WESTLAND, 2003).

No fenômeno de reflexão um feixe paralelo de raios de luz se propaga no meio (1), incide sobre uma superfície (S) e retorna ao meio (1), ou seja, há mudança na direção e no sentido da propagação de luz. Na reflexão especular o ângulo de incidência (i) do feixe de luz é igual ao ângulo de reflexão (r), ou seja, o feixe paralelo de raios de luz retorna ao meio (1) mantendo o paralelismo; já na reflexão difusa, os ângulos de incidência (i) e de reflexão (r) são diferentes, ou seja, os raios de luz retornam ao meio (1) perdendo o paralelismo. Na refração, o feixe de raios de luz propaga no meio (1), incide sobre uma superfície (S) e passa a propagar no meio (2). Quando ocorre a absorção, os raios de luz que propagam no meio (1), incidem sobre a superfície (S), porém não retornam ao meio (1) e nem passam a propagar no meio (2). No espalhamento ocorre um pequeno desvio do feixe de raios de luz ao propagar por um meio (2) (RAMALHO JR et al., 1985; STEAGALL JR, 2005).

Figura 2.5 – Fenômenos ópticos: a) refração; b) absorção; c) espalhamento; d) reflexão especular; e) reflexão difusa

2.1.5 luz visível, objetos e cor dos objetos

No século XVII, Isaac Newton em um de seus experimentos fez incidir a luz do Sol sobre um prisma e observou que ela se decompunha em um arco-íris de cores, do violeta ao vermelho; concluiu que a luz branca seria a somatória de todos os comprimentos; Newton também foi capaz de combinar as cores para formar outras cores distintas.

Embora a visualização de um objeto necessite de 3 elementos, a fonte de luz ou iluminante, o objeto e o observador, a cor de um objeto opaco, translúcido ou transparente é dependente da natureza da luz na qual o objeto está sendo observado (MELCHIADES; BOSCHI, 1999; PHILLIPS, 1993). Isto porque, a cor do objeto é determinada pela luz refletida difusamente por ele ou que o atravessa (BREWER; WEE; SEGHI, 2004; MATTHEWS, 1980a; MELCHIADES; BOSCHI, 1999; PHILLIPS, 1993). Um corpo azul, por exemplo, quando é iluminado por luz branca, ou seja, aquela que contém todos os comprimentos de onda, reflete difusamente ou transmite a luz azul e absorve os demais comprimentos de onda. Se este mesmo corpo azul for iluminado por uma fonte de luz monocromática vermelha, o objeto se mostrará negro, pois ocorre a absorção de toda luz incidente sem que ocorra a reflexão ou a transmissão de luz (Figura 2.6). A relação entre luz incidente e luz refletida denomina-se reflectância e a relação entre luz incidente e luz transmitida, transmitância. Portanto, a percepção da cor de um objeto relaciona-se a sua reflectância ou transmitância.

Figura 2.6 – Percepção de cor de um objeto opaco azul observado sob 2 fontes diferentes de iluminação: a) branca; b) monocromática vermelha

A cor de um corpo pode ser representada pela sua curva espectral, que é a representação gráfica quantitativa e qualitativa de todos os comprimentos de ondas refletidos ou transmitidos por ele. A cor de objetos opacos pode ser expressa pela sua curva espectral de reflectância (Figura 2.7) e, de objetos translúcidos, pela sua curva de transmitância.

Figura 2.7 – Curva de reflectância de objetos preto, branco, azul, amarelo vermelho e verde

2.1.6 atributos ou dimensões da cor

Um objeto pode ser descrito através de suas dimensões comprimento, largura e altura. Analogamente, as cores também são descritas através de 3 dimensões ou atributos, luminosidade, matiz e saturação (PRESTON; BERGER, 1980; SPROULL, 2001a).

2.1.6.1 *matiz*

Matiz é o atributo pelo qual são identificados diferentes comprimentos de ondas, ou seja, através do matiz somos capazes de distinguir as cores: vermelho, azul, verde, amarelo ou a combinação delas (Figura 2.8) (FRONDIEST, 2003; PHILLIPS, 1993; PRESTON; BERGER, 1980; SPROULL, 2001a). Frondiest (2003) exemplifica que na Odontologia o matiz é representado pelas letras A, B, C e D na escala de cor Vita Classic comumente utilizada pelos cirurgiões dentistas.

Figura 2.8 - Matizes

2.1.6.2 saturação

A saturação descreve a concentração ou pureza da cor, ou seja, indica a quantidade de matiz (Figura 2.9) (FRONDIEST, 2003; PHILLIPS, 1993; PRESTON; BERGER, 1980; SPROULL, 2001a).

Figura 2.9 – Saturações do matiz azul

2.1.6.3 luminosidade

Luminosidade é o atributo da cor o qual geralmente descrevemos pelas palavras claro e escuro variando entre o branco absoluto e o preto absoluto (Figura 2.10) (FRONDIEST, 2003; PHILLIPS, 1993; PRESTON; BERGER, 1980; SPROULL, 2001a).

Figura 2.10 – Luminosidade diferente em cada face do cubo

2.1.7 sistema de cor CIE L*a*b*

A CIE, entidade que padronizou os iluminantes, desenvolveu um método de expressar a cor numericamente e em 1976 estabeleceu um sistema tridimensional de cor, o CIE L*a*b*. Este sistema baseia-se nos valores de triestímulo X, Y, Z. Tais valores são convertidos em valores de L* a* b* (equações 1, 2, 3), sendo o espaço de cor definido pelas coordenadas L*a*b* (Figura 2.11).

$$L^* = 116 \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} \right) - 16 \quad (\text{equação 1})$$

$$a^* = 500 \cdot \left[\left(\sqrt[3]{\frac{X}{X_n}} \right) - \left(\sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} \right) \right] \quad (\text{equação 2})$$

$$b^* = 200 \cdot \left[\left(\sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} \right) - \left(\sqrt[3]{\frac{Z}{Z_n}} \right) \right] \quad (\text{equação 3})$$

Figura 2.11 – Espaço de cor CIE L*a*b* (modificado de FERREIRA, 2002)

A coordenada L^* (luminosidade) refere-se ao nível entre escuro e claro, indo do preto ($L^* = 0$) a branco ($L^* = 100$); a coordenada a^* varia de -90 a +70 e refere-se à escala de verde a vermelho, com valores negativos para cores esverdeadas e positivos para cores avermelhadas; e a coordenada b^* varia de -80 a +100 refere-se à escala de azul a amarelo, com valores negativos para cores azuladas e positivos para cores amareladas (ABNT, 2004; DOZIC et al., 2003; WESTLAND, 2003).

Comparando-se dois objetos obtém-se valores de ΔE^* (equação 4) que quantificam a diferença total de cor, porém não a qualificam (ABNT, 2004; CHU, 2002; RAGAIN; JOHNSTON, 2001). Ou seja, não é possível apenas através do valor de ΔE^* , afirmar em qual eixo – luminosidade, vermelho/ verde, amarelo/ azul – e em que direção a variação de cor ocorreu.

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_f^* - L_i^*)^2 + (a_f^* - a_i^*)^2 + (b_f^* - b_i^*)^2} \quad (\text{equação 4})$$

Onde, L_i^* , a_i^* e b_i^* representam a cor inicial ou cor de controle e L_f^* , a_f^* e b_f^* representam a cor final.

Para conhecer a influência de cada coordenada na diferença de cor é preciso avaliar cada coordenada separadamente (equações 5, 6, 7, 8, 9 e 10) (ABNT, 2004).

$$L_f^* - L_i^* > \text{zero:} \quad \text{mais claro} \quad (\text{equação 5})$$

$$L_f^* - L_i^* < \text{zero:} \quad \text{mais escuro} \quad (\text{equação 6})$$

$$a_f^* - a_i^* > \text{zero:} \quad \text{mais avermelhado} \quad (\text{equação 7})$$

$$a_f^* - a_i^* < \text{zero:} \quad \text{mais esverdeado} \quad (\text{equação 8})$$

$$b_f^* - b_i^* > \text{zero:} \quad \text{mais amarelado} \quad (\text{equação 9})$$

$$b_f^* - b_i^* < \text{zero:} \quad \text{mais azulado} \quad (\text{equação 10})$$

Na literatura Odontológica a sistema CIE L*a*b* tem sido amplamente utilizado nos estudos que envolvem cor (ANALOUÏ et al., 2004; DANCY et al., 2003; DOUGLAS, 1997; DOZIC et al., 2003; FERREIRA, 2002; HASEGAWA et al., 2000; JOHNSTON; KAO, 1989; PAUL et al., 2002; RUSSELL; GULFRAZ; MOSS, 2000; RUYTER; NILNER; MÖLLER, 1987; SIM; YAP; TEO, 2001; TEN BOSCH; COOPS, 1995; YAP et al., 1999; TUNG et al., 2002; VAN DER BURGT et al., 1985).

2.2 Sistema visual humano: o olho e a fisiologia da visão

Alguns aspectos relacionados ao sistema visual humano serão apresentados, pois escolha da cor do material restaurador na Odontologia é, em geral, realizada visualmente.

2.2.1 olho humano

A visão humana resulta de um complexo processo que engloba aspectos anatômicos, fisiológicos, psicológicos, químicos e físicos, pois a percepção da luz somente ocorre quando a luz atravessa as várias estruturas oculares, estimula nossos elementos sensoriais e é interpretada pelo sistema nervoso central.

De todos os órgãos dos sentidos, o da visão é o que provê informações detalhadas quanto a dimensões, texturas, formas e cor dos objetos e do meio externo.

O olho é o órgão fotossensível humano formado por três camadas ou túnicas dispostas concêntricamente. A camada externa, esbranquiçada e opaca, é formada pela esclera, ou esclerótica, e pela córnea; a camada média ou túnica vascular, na qual é freqüente a presença de celulares pigmentares cheias de melanina que evitam a reflexão e difusão da luz no interior do olho, é constituída pela corióide, pelo corpo ciliar e pela íris; e a terceira camada ou a túnica nervosa, a retina, rica em células fotorreceptoras e que se comunica com o cérebro pelo nervo óptico. Há também a lente ou cristalino, que é uma estrutura biconvexa transparente. O interior do olho pode ser dividido em três câmaras: a anterior, que é delimitada pela íris e a córnea; a câmara posterior, localizada entre a íris e o cristalino; e o humor vítreo situado atrás do cristalino e circundado pela retina. (Figura 2.12) (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1990).

Figura 2.12 – Olho humano (modificado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1990; MOLECULAR EXPRESSION, 2005)

A percepção do meio externo pelo homem ocorre quando a luz, após atravessar as diversas estruturas do olho, incide sobre a retina e é absorvida pelas

células fotossensíveis, os cones e os bastonetes (CHU, 2002; PHILLIPS, 1993; PRESTON; BERGEN, 1980; WESTLAND, 2003).

Os bastonetes são células finas e alongadas ($50 \times 3 \mu\text{m}$) que estão concentradas nas regiões periféricas à mácula lútea e à fóvea central da retina, são extremamente sensíveis à luz, responsáveis pela visão noturna ou escotópica e em baixos níveis de iluminação. Estas células não distinguem cores, distinguem apenas tons de cinza (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1990; WESTLAND, 2003).

Já os cones são células alongadas ($60 \times 1,5 \mu\text{m}$) que concentram-se na região central da retina, a fóvea central, e são responsáveis pela percepção das cores e pela visão diurna ou fotópica, ou seja, com altos níveis de iluminação fundamentais para a percepção de cor.

Os 120 milhões de bastonetes e os 6 milhões de cones transformam a energia luminosa absorvida em impulsos nervosos que são conduzidos através do nervo óptico ao cérebro (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1990). As células fotossensíveis, cones e os bastonetes (Figura 2.13), diferem quanto ao formato, a localização e ao pigmento fotossensível que possuem.

Figura 2.13 – Células fotossensíveis do olho humano: cone e bastonete. 1) região fotossensível; 2) região metabólica; 3) região sináptica (modificado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1990)

2.2.2 sensibilidade espectral dos fotorreceptores

Os bastonetes contêm o pigmento rodopsina ou púrpura visual sensível ao comprimento de onda de 500-510 nm (região azul/ verde), e existem 3 tipos de cones que contêm diferentes pigmentos fotossensíveis que apresentam espectros de sensibilidade diferentes. A visão da cor depende da sensibilidade de cada tipo de cone a um comprimento de onda.

O cone S contém o pigmento cianolabo sensível a comprimento de onda de 465-492 nm (azul); o cone M contém o pigmento clorolabo sensível ao comprimento de onda de 492-577 nm (verde); o cone L contém o pigmento eritolabo sensível ao comprimento de onda de 622-780 nm (vermelho) (Figura 2.14) (ALPERN, 1978).

Figura 2.14 - Sensibilidade das células fotossensíveis (modificado de MOLECULAR EXPRESSION, 2005)

Considerando os diferentes cones como 3 centros excitativos de percepção de cor – e que cada centro responde melhor quando estimulado pelo azul (z), pelo verde (y) ou pelo vermelho (x) – foi estabelecida experimentalmente a curva de sensibilidade do olho humano e, a partir de 1931, a CIE estabeleceu um observador padrão, definindo as 3 curvas de distribuição espectral para cada um dos centros

excitativos do olho humano (Figura 2.15) (FERREIRA, 2002; VIEIRA, 1996, 1990; WESTLAND, 2003).

Figura 2.15 – Sensibilidade dos 3 centros excitativos do olho humano (modificado de FERREIRA, 2002; VIEIRA, 1990)

2.2.3 diagrama de cromaticidade CIE

Goveia (2004) definiu colorimetria como sendo “a ciência e a tecnologia usada para quantificar e descrever por meio de modelos matemáticos, as percepções humanas de cor, e requer que o fluxo radiante esteja de acordo com a sensibilidade do olho humano”.

Os valores de triestímulo podem ser representados graficamente através de diagrama de cromaticidade (Figura 2.16). Os valores de triestímulo X, Y, e Z são transformados em coordenadas de cromaticidade, através das equações

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

Como é preciso apenas 2 valores para definir a cor no espaço, optou-se pelo diagrama “xy”. Os limites dos valores inseridos nesse gráfico delimitam uma curva onde estão representadas todas as cores conhecidas (FERREIRA, 2002; GOVEIA, 2004; VIEIRA, 1996; WESTLAND, 2003). De acordo com Westland (2003) as elipses de MacAdam apresentadas no diagrama demonstram que a percepção da cor e da diferença de cor não é uniforme; e que o olho humano apresenta sensibilidade diferente às diversas cores; e que, por exemplo: o sistema visual humano tem um maior sensibilidade aos matizes azuis que aos matizes verdes (Figura 2.16).

Figura 2.16– Diagrama de Cromaticidade, as elipses de MacAdam (modificado de VIEIRA, 1996; WESTLAND, 2003)

2.2.4 fisiologia da percepção da cor

De acordo com Junqueira e Carneiro (1990), a luz, através de uma reação fotoquímica, promove a descoloração dos pigmentos visuais das células fotossensíveis gerando potenciais que são conduzidos ao sistema nervoso central pelo nervo óptico onde são interpretados. Posteriormente, o pigmento visual descorado é restaurado, e o processo pode reiniciar.

A percepção da cor depende, portanto, da quantidade de luz e da área da retina estimulada pela luz. O maior ou o menor diâmetro da pupila determina a quantidade de luz que incide sobre as células fotossensíveis. Assim, ambientes altamente iluminados, o diâmetro da pupila diminui e a luz é focada sobre a fóvea central, incidindo sobre os cones. Já em baixos níveis de iluminação, o diâmetro da pupila aumenta e a luz incide sobre as demais regiões da retina, onde se localizam os bastonetes (BREWER; WEE; SEGHI, 2004; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1990; WESTLAND, 2003).

2.3 Cor e odontologia

Para Sproull (1974) a confecção de restaurações estéticas em dentes anteriores requer habilidades artísticas do profissional. O autor fez uma interessante

comparação entre pintores e cirurgiões dentistas e comentou que, ao contrário dos pintores que teriam total liberdade artística para retratar os objetos quanto a sua forma e a sua cor, os cirurgiões dentistas não compartilhariam desta liberdade, pois muitos tratamentos restauradores exigem a exata reprodução da cor. Considerou que o conhecimento restrito sobre cor poderia ser ponto inicial da seleção inadequada de cor.

Barna et al. (1981), Bergen (1985) e Ryerson (1991) consideravam fundamental para o cirurgião dentista conhecer os fundamentos da cor. Os autores sugeriram aos profissionais familiarizar-se com a terminologia empregada; conhecer a relação entre objetos, fontes de luz e observador; e, conhecer os fatores que influenciariam a percepção de cor. Entretanto, Clark (1931b) ressaltava a importância do estudo da cor, pois acreditava que a falta de conhecimento dos fundamentos da ciência da cor limitaria nossa habilidade de reconhecer e descrever a cor; nossos esforços em reconhecer a natureza da seleção inadequada de cor e nossa capacidade de solucionar as consequências da seleção inapropriada de cor. Embora, não considerasse os fundamentos da ciência da cor difíceis de serem compreendidos, ressaltou que a sua compreensão muitas vezes poderia parecer complexa, pois o estudo englobaria conhecimentos na área da física, da fisiologia e da psicologia.

Diversos autores publicaram informações sobre luz e espectro visível; como ocorre a interação entre luz e objeto; os atributos de cor; os sistemas de cor; e, os fatores que influenciam a visualização de cor numa tentativa de difundir o conhecimento sobre o tema cor (BERGEN, 1985; BREWER; WEE; SEGHI, 2004; BURKINSHAW, 2004; CARSTEN, 2003; CHU, 2002; CULPEPPER, 1970; DAVISON; MYSLINSKI, 1990; FRONDRIEST, 2003; MATTHEWS, 1980a, b;

MELCHIADES; BOSCHI, 1999; PRESTON; BERGEN, 1980; RYERSON, 1991; WESTLAND, 2003).

Para Goodkind e Loupe (1992) a prática da clínica odontológica sem o completo conhecimento da teoria básica da cor poderia comprometer o os resultados dos procedimentos estéticos. Anos depois, Ferreira (2002), salientou ainda que “somente quando nós entendermos o conceito de fonte de luz como um estímulo ativo e um objeto como passivo modificador da luz, começamos a controlar o comportamento da luz”.

2.3.1 cor e dente

A variação básica da gama de cores dos dentes envolve do amarelo ao amarelo-avermelhado (CLARK, 1931a; SPROUL, 2001 a, b; VIEIRA, 1996) e, como ocorre em todos os objetos, a cor dos dentes é determinada pela luz refletida difusamente por ele.

A coroa dental, porção visível do dente, é composta por dois tecidos mineralizados, esmalte e dentina, que não apresentam espessura uniforme em toda sua extensão e são, respectivamente, estruturas opaca e translúcida (FIGÚN; GARINO, 1997). Estas características influenciam a cor dental, pois em diferentes partes de um mesmo dente o volume de luz refletido, absorvido e/ ou transmitido pelos tecidos é diferente (HASEGAWA et al., 2000; STEAGALL JR, 2005; TEN BOSCH; COOPS, 1995). Ou seja, quando a luz incide sobre o dente parte dela é

refletida pela superfície do esmalte e parte, o atravessa e incide sobre a dentina. Nela, a luz ou é absorvida ou é refletida novamente para o esmalte, atravessando-o e sensibilizando o observador (PHILLIPS, 1993; VAN DER BURGT et al., 1985).

Algumas condições podem alterar a percepção da cor, como: a desidratação em consequência da substituição da água pelo ar ao redor dos prismas (RUSSELL; GULFRAZ; MOSS, 2000), da textura e da curvatura superficiais diferentes entre incisivos, caninos, premolares e molares (DANCY et al., 2003; DOZIC et al., 2005; HASEGAWA et al., 2000), pois diferentes superfícies refletem a luz de forma diferente e diferenças nas propriedades ópticas de esmalte e dentina nas faixas espectrais do ultravioleta (UV), visível (VIS) e infravermelho (IV) (STEAGALL JR, 2005).

Em 1995, Ten Bosch e Coops avaliaram 102 dentes extraídos (73 incisivos centrais, 27 incisivos laterais, 2 caninos) e determinaram os valores de L^* , a^* e b^* sob 2 iluminantes (D_{65} e A) (Tabela 2.1). Observaram diferença de cor entre os dentes de 0,93 unidades de ΔE^* sob os 2 iluminantes e concluíram que os iluminantes não influenciaram a cor dos dentes. Afirmaram que a cor do dente é determinada principalmente pela dentina e que no esmalte ocorre o espalhamento dos comprimentos de onda azul do espectro visível.

No estudo de Vieira (1996), a cor de incisivos centrais, laterais e caninos de 242 pacientes, agrupados de acordo com a faixa etária: 12 a 18, 18 a 25, 26 a 35, 36 a 50 e 50 a 65 anos, foi selecionada por 2 observadores sob iluminação natural com auxílio da escala de cor Vita Luminum Vacuum Guide. Os dados permitiram concluir que a cor amarela era a mais freqüente (36,36% dos dentes); que a dificuldade de seleção ocorreu nas cores cromáticas; quanto maior a idade, mais saturados são os dentes; a transparência incisal prevalece nos dentes incisivos e que, apesar de

existir um padrão de matiz para os dentes de um mesmo indivíduo, o canino possui maior saturação.

A proposta de Hasegawa et al. (2000) foi mensurar a cor de incisivos centrais, laterais e caninos superiores de 87 pacientes (42 homens e 45 mulheres) com idades entre 13 e 84 anos. Os valores de L^* , a^* e b^* de cada dente foram obtidos (Tabela 2.1). Os autores comparam a cor dos dentes e verificaram se havia alguma relação entre cor dos dentes e a idade e o sexo dos participantes. Observaram que: quanto maior a idade, os dentes apresentavam maiores valores de b^* e menores valores de L^* ; os caninos apresentavam os menores valores de L^* e os maiores valores de a^* ; não houve diferença no padrão de cor dos dentes em relação ao sexo.

Russell, Gulfraz e Moss (2000) quantificaram alteração de cor após a desidratação dos dentes e determinaram em quanto tempo a cor seria restabelecida. Para tal, os autores simularam 2 situações clínicas: o uso de isolamento absoluto e a moldagem. Com auxílio de um espectrofotômetro mensuraram a cor dos incisivos centrais de 7 pacientes antes (Tabela 2.1a) e após o uso de isolamento absoluto e, de 7 pacientes antes (Tabela 2.1b) e após a moldagem. Observaram que houve alteração significativa nos valores de L^* , a^* e b^* após o isolamento absoluto e nos valores de L^* após a moldagem.

Analoui et al. (2004) mensuraram os valores de L^* , a^* e b^* (Tabela 2.1) de 3 escalas de cor (Vita Lumin V, Trubyte Bioform Color Order Shade Guide e Vitapan 3D-Master Shade System) e de 150 dentes extraídos (35 incisivos centrais, 56 incisivos laterais, 32 caninos, 27 primeiros premolares), livres de lesões cariosas e restaurações nas faces vestibulares e que não apresentavam áreas de hipocalcificação, desgaste de esmalte ou manchamento. Concluíram que os dentes extraídos possuem características espectrais diferentes de dentes não extraídos e

as diferenças de cor entre ambos estaria relacionada à presença de conteúdo pulpar, hidratação, idade do elemento dental, razões da exodontia e dieta alimentar. Observaram também que as escalas de cor Vita Lumin, Trubyte e Vitapan 3D-Master abrangeram, respectivamente 37,45%, 30,96% e 56,05% dos 150 dentes.

Dozic et al. (2005), semelhante ao estudo de Vieira (1996), concluíram que existe relação entre a cor de incisivos e caninos de um mesmo indivíduo e que esta relação seria mais marcante no terço cervical que nos terços médio e incisal. Os autores puderam verificar esta relação avaliando 2 imagens digitalizadas de 100 pacientes (51 homens e 49 mulheres). De cada paciente, foram tiradas 2 fotos: uma foto focalizava os incisivos e a outra, o canino. As imagens foram transferidas para um computador e os valores de L^* , a^* e b^* dos terços cervical, médio e incisal foram obtidos. Observaram que entre incisivos centrais e caninos houve diferença significativa entre os valores de L^* , a^* e b^* em todos os terços; entre incisivos laterais e caninos não houve diferença entre os valores L^* e a^* no terço cervical; e entre incisivos centrais e incisivos laterais não houve diferença entre os valores de b^* no terço cervical, de L^* e b^* no terço médio e de L^* no terço incisal.

Vieira et al. (2006) incluíram na revisão dos detalhes anatômicos dos dentes permanentes alguns aspectos relacionados à cor dental. Explicaram que a cor dos dentes seria resultante da interação entre cor e translucidez de esmalte dental, espessura e textura superficial do esmalte dental e cor da dentina. Afirmaram, ainda, que os dentes de um mesmo indivíduo possuem um mesmo padrão de matiz e que, a partir do incisivo central para o canino, o matiz apresenta um aumento de saturação, mas ressaltam que nos premolares ocorre uma pequena diminuição da saturação. Acrescentaram que em um mesmo dente, há aumento de luminosidade e saturação de cervical para incisal.

Tabela 2.1 – Valores de L*, a* e b* de dentes naturais

autor	nº de dentes	L*	a*	b*
Ten Bosch e Coops (1995)	102	69,9	1,2	17,9
Douglas (1997).	7	54,8	0,5	5,9
Russell et al. (2000a).	7	48,3	-1,4	2,7
Russell et al. (2000b)	7	41,3	-0,9	4,9
Hasegawa et al. (2000).	87	73,0	3,5	16,5
Analoui et al. (2004).	150	87,8	1,5	25,2

2.3.2 relevância clínica

Um dos objetivos de qualquer tratamento restaurador estético é a reprodução da cor dos dentes. Clinicamente a reprodução da cor envolve duas fases: seleção e duplicação da cor. Preston (1985) e Tung et al. (2002) afirmaram que a avaliação e a reprodução da cor dos dentes seriam um dos aspectos mais desafiadores da Odontologia estética. Apesar das dificuldades que a seleção de cor envolve, Goodkind e Loupe (1992) constataram que 6,6 foi a média de horas dedicadas ao estudo da cor e que maior ênfase ao tópico foi dada pelos cursos de prótese fixa.

Segundo Preston (1985), "a busca para reproduzir morfológica, óptica e biologicamente a dentição natural através de artefatos artificiais foi, muitas vezes, frustrante para o cirurgião dentista, enigmático para o técnico de laboratório e decepcionante ao paciente". Bergen (1985) ressaltou que a cor não seria importante para o sucesso fisiológico da restauração, mas seria o fator preponderante para a aceitação do paciente.

Ainda, estes autores afirmavam que diversos fatores contribuiriam para o sucesso estético das restaurações, porém, alguns seriam tangíveis enquanto outros existiriam somente na mente dos pacientes, pois as necessidades estéticas poderiam ser reais ou imaginárias, realistas ou exageradas.

Narvai (1996) cita a definição de saúde dada pela WHO (World Health Organization) como sendo o “estado de completo bem estar físico, mental e social e não apenas a ausência de saúde”. Segundo a WHO (2003) a saúde bucal seria um fator determinante na qualidade de vida, pois o complexo craniofacial nos permite falar, sorrir, beijar, tocar, cheirar, saborear, mastigar, engolir e que as diversas doenças que acometem este complexo podem restringir as atividades escolares, laboriosas e domésticas diminuindo significativamente a qualidade de vida do indivíduo.

Davis, Ashworth e Spriggs (1998) argumentaram que a motivação por tratamentos que modifiquem a aparência dental envolveria razões sociais e psicológicas, sendo que a motivação primária seria necessidade de uma aparência dento-facial aceitável dentro de um contexto sociocultural.

Lieber et al. (2004) consideraram a saúde estética importante para o bem estar do indivíduo e que a precária aparência dental pode ser um fator negativo a sua auto-estima. Para os autores, “a aparência dos dentes se tornou tão importante quanto a dentição confortável, saudável e funcional”. Porém, ressaltaram que “a estética está nos olhos de quem os possui”, pois o que seria estético ao clínico pode não ser considerado estético pelo paciente. O estudo de Shulman et al. (2004) no mesmo período confirmaram esta afirmação. Os autores solicitaram a 2.495 pacientes que avaliassem a cor de seus dentes e, observaram que 789 (31,6%) dos pacientes estavam insatisfeitos com a cor de seus dentes e que somente 479

(19,2%) dos pais e 213 (8,5%) dos cirurgiões dentistas compartilharam da mesma opinião.

2.3.3 fatores que influenciam a percepção de cor

Há diversos fatores que influenciam a percepção de cor, como: condições locais de iluminação (luz fluorescente, halógena), estado emocional (alteração do diâmetro da pupila), fadiga, idade (por exemplo: catarata), doenças crônicas (por exemplo: diabetes, glaucoma, alcoolismo, entre outras), cor gengival, da pele, da maquiagem, da roupa, dos dentes adjacentes, do guardanapo, o contorno e a qualidade superficial das restaurações e o uso de medicamentos (analgésicos, antibióticos, contraceptivos, citrato de sildenafil) (BERGEN; MCCASLAND, 1977; BREWER; WEE; SEGHI, 2004; CARSTEN, 2003; DANCY et al., 2003; JOHNSTON; KAO, 1989; MATTHEWS, 1980a; MELCHIADES; BOSCHI, 1999; PHILLIPS, 1993; RYERSON, 1991; YAP et al., 1999).

As deficiências na visualização de cores, congênitas ou adquiridas, também interferem na seleção de cor. Cole (2004), afirmou que todos aqueles que apresentam deficiência na visualização de cor estariam em desvantagem em tarefas que requisitassem comparação de cor ou que envolvessem seleção de cor ou discriminação de pequenas diferenças de cor.

Alguns autores estudaram a prevalência de deficiência na visualização de cor (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Estudo sobre deficiência na visualização de cor

autor (ano)	nº total de homens (% cor deficiente)	nº total de mulheres (% cor deficiente)
McMaugh (1977)	88 (7,9)	43 (zero)
Barna et al. (1981)	50 (14)	
Moser et al. (1985)	635 (9,9)	35 (5,2)
Davison e Myslinski (1990)	242 (7,8)	101 (zero)
Wasson e Schuman (1992)	75 (9,3)	75 (0)
Okubo et al. (1998)	35 (11,4)	
Caroli (2003)	121 (6,6)	187 (2,6)
Ethell, Jarad e Youngson (2006)	141 (7,1)	100 (zero)

Embora a proposta inicial de Barna et al. (1981) tenha sido avaliar a influência da iluminação na percepção de cor, observaram que 7 (14%) dos 50 profissionais apresentavam deficiência na visão das cores. Como a capacidade de discriminar as cores dos profissionais deficientes para visualização de cor diferia da capacidade de indivíduos normais, foi sugerido a estes profissionais que fossem auxiliados durante os procedimentos de seleção de cor.

Para Moser et al. (1985) os profissionais deveriam ter consciência da sua capacidade de visualizar as cores, pois a deficiência na visão das cores poderia comprometer a seleção de cor e, conseqüentemente, comprometer o sucesso do tratamento restaurador estético. Partindo do princípio de que a visão das cores é baseada na sensibilidade da retina, ou seja, para cada comprimento de onda, entre o azul (400nm) e o vermelho (700 nm), temos a percepção de uma dada cor; os indivíduos cor deficientes visualizariam as cores como se seu sistema visual tivesse uma calibração diferente do normal. Exemplificaram que os indivíduos cor deficientes para vermelho/ verde apresentavam menor visão na região amarela do espectro visível. Propuseram, então, verificar a prevalência da deficiência na visão

das cores e observaram que dos 670 dos profissionais avaliados – 635 homens (94%) e 35 mulheres (6%) – 66 (9,9%) apresentaram deficiência na visão das cores.

O metamerismo é outro fator que pode acarretar em seleção inadequada de cor (FRONDIEST, 2003; PRESTON; BERGEN, 1980; RYERSON, 1991). Denomina-se metamerismo quando 2 amostras de cores apresentam-se iguais sob uma condição, mas diferem sob outra (WIKIPEDIA, 2007). Isto ocorre, pois, apesar das amostras apresentarem distribuição espectral diferentes, suas curvas espectrais se cruzam em pelo menos 3 pontos (Figura 2.17) (PRESTON; BERGEN, 1980).

Figura 2.17 – Par metamérico. As curvas espectrais das amostras A e B apresentam 3 pontos comuns (modificado de PRESTON; BERGEN, 1980)

Em 1990, Vieira fez uma interessante explicação sobre o metamerismo. Para o autor o metamerismo seria a capacidade da cor se modificar sob diferentes iluminantes. Se duas cores não sofrerem modificação alguma entre elas na aparência, sob diversas condições de iluminação, definiu-as como “incondicionalmente iguais” e, se fossem iguais apenas em um tipo de iluminação, seriam definidas como “condicionalmente iguais”. Quanto maior a diferença de cor sob uma ou outra condição de iluminação, maior o metamerismo.

Metamerismo de iluminante ocorre quando os objetos apresentam as mesmas cores sob um iluminante e cores diferentes sob outro (MELCHIADES; BOSCHI, 1999; PRESTON; BERGEN, 1980); metamerismo geométrico ocorre quando os objetos apresentam-se diferentes quando há mudança no ângulo de visualização; metamerismo de observador ocorre quando, sob as mesmas condições de visualização, os objetos apresentam-se diferentes para diferentes observadores (ex: daltonismo, discromatopsia); metamerismo de campo de visualização, as cores quando aplicadas em pequenas e grandes áreas mostram-se diferentes (WIKIPEDIA, 2007).

2.3.4 percepção da cor e da diferença de cor entre os profissionais da odontologia

O olho humano é capaz de detectar pequenas diferenças de cor entre objetos. Porém, a percepção da diferença de cor e da magnitude dessa diferença varia entre os indivíduos e para um mesmo indivíduo ao longo do tempo.

Culpepper (1970) avaliou a habilidade de 37 cirurgiões dentistas em selecionar a cor de 6 dentes naturais utilizando 4 escalas de cor e 4 fontes de iluminação. Posteriormente, 12 profissionais repetiram o experimento para que fosse avaliada a capacidade de duplicação das suas escolhas. O autor constatou que os 37 profissionais não selecionavam a mesma cor para os mesmos dentes e que os 12 profissionais não foram capazes de duplicar suas escolhas sob as mesmas condições de visualização, porém em dias diferentes.

McMaugh (1977) comparou a habilidade de seleção de cor de 58 alunos do primeiro e 28 do último ano de graduação, 20 profissionais (11 clínicos gerais e 9 protesista) e 25 ceramistas. Dos 135 participantes, 88 eram homens. O experimento englobou dois conjuntos de guias de escala Vita Vacu-Lumen (V1 e V2), cujas identificações originais foram renomeadas. A cada observador coube parear as guias das escalas V1 e V2. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os alunos, porém houve diferença estatisticamente significativa entre protesista e clínicos gerais, entre protesistas e alunos do primeiro ano e entre ceramistas e os demais participantes.

Bergen e McCasland (1977) confeccionaram 2 conjuntos de cartões. Um conjunto composto por 25 cartões que apresentavam diferença de cor entre si de 0,8 unidades nos atributos matiz e saturação; e o outro conjunto foi composto por 5 cartões idênticos a 5 cartões do primeiro conjunto. Cada observador deveria parear os 5 cartões dos 2 conjuntos. Observaram que a maior porcentagem de erros ocorreu na percepção do atributo saturação.

No estudo de Ruyter, Nilner e Möller (1987) 12 observadores, 6 cirurgiões dentistas e 6 químicos, classificavam se a diferença de cor entre os espécimes de resina quimicamente polimerizados, expostos e não expostos à luz, seria aceitável ou inaceitável. A avaliação foi realizada após 10, 30 e 60 dias sob as mesmas condições de visualização; os valores de L^* , a^* e b^* foram registrados e os valores de ΔE^* calculados. Observaram que a diferença de cor próxima a 3,3 unidades ΔE^* foi considerada inaceitável em 50% das avaliações.

No estudo de Johnston e Kao (1989) 42 facetas de resina composta foram avaliadas após 1 semana, 6 e 12 meses. Dois observadores avaliavam as restaurações de acordo com uma escala numérica (de zero a dez), para a qual zero

indicaria seleção perfeita da cor e dez diferença de cor inaceitável. Quando a pontuação dada pelos observadores superava duas unidades, um terceiro observador participava da avaliação. A classificação final da restauração era estabelecida pela média das pontuações dadas pelos observadores. Os valores de L^* , a^* e b^* dos dentes adjacentes e das restaurações foram registrados e a diferença de cor entre eles calculada. Estabeleceram que diferença de cor inferior a 3,7 unidades de ΔE^* seria aceitável clinicamente.

Seighi, Hewlett e Kim (1989) confeccionaram 31 discos de porcelanas: 1 disco controle (sem pigmentos) e 30 discos que continham de 0,5 a 2,0 gramas de pigmentos cor-de-rosa, amarelo ou cinza. Os valores de L^* , a^* e b^* foram determinados para cada disco. Cada observador, 23 cirurgiões dentistas e 4 técnicos de laboratórios (sendo 5 mulheres e 22 homens), ordenou os discos, separados de acordo com o pigmento, em ordem crescente de saturação sem restrição no tempo de visualização das amostras. Nos 3 grupos de pigmentos observou-se que diferenças de cor superiores a 2 unidades de ΔE^* foram ordenadas corretamente em 100% dos casos; valores de ΔE^* entre 1 e 2 unidades nem sempre foram posicionadas corretamente e diferenças inferiores 1 unidade de ΔE^* foram freqüentemente posicionadas erroneamente. Os autores sugeriram como limite de percepção da diferença de cor valores inferiores a 1 unidade de ΔE^* . Acrescentaram, no entanto, que a diferença de cor aceitável poderia ser duas ou três vezes maior que o valor de ΔE^* perceptível.

Davison e Myslinski (1990) compararam a seleção de cor realizada por 2 grupos de indivíduos: os que apresentavam e aqueles não apresentavam deficiência na visualização de cor. Três conjuntos de 25 cartões do Sistema de Munsell foram utilizados e 5 cartões de cada conjunto foram duplicados. Em cada conjunto apenas

um dos atributos – luminosidade, matiz, saturação – foi mantido constante e os observadores deveriam parear cada cartão duplicado a um cartão do conjunto. Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos e o maior número de pareamento incorreto foi estatisticamente significativo para o atributo matiz.

Já Donahue et al. (1991) compararam a percepção da diferença de cor entre 6 alunos e 6 alunas do curso de graduação em Odontologia. Cada participante selecionou a cor dos incisivos e caninos superiores dos demais alunos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre homens e mulheres, porém a concordância entre os homens ocorreu em 63% das observações enquanto entre as mulheres a concordância ocorreu em 58% das avaliações.

No estudo de Vieira (1996), 2 observadores tomaram a cor dos dentes de 242 pacientes. Foram avaliados, sob luz natural, os dentes incisivos e caninos vitalizados, livres de defeitos estruturais do esmalte e que não apresentavam anomalias de cor ou restaurações que invadissem a face vestibular. Os 2 observadores selecionaram a cor dos dentes separadamente; caso houvesse divergência, uma nova tomada de cor era realizada, porém desta vez, os 2 dois observadores selecionavam juntos a cor. O autor observou que em apenas 23 seleções de cor existiu dúvida entre os observadores e esta dúvida ocorreu para as cores de baixa saturação.

Douglas e Brewer (1998) consideraram o olho humano capaz de detectar pequenas diferenças de cor, porém a capacidade de quantificar e qualificar estas diferenças seria limitada. Ressaltaram que a mensuração da diferença de cor deveria estabelecer parâmetros que tivessem significado clínico. Propuseram, então, estudar quais seriam os limites aceitáveis de diferença de cor em restaurações metalo-cerâmicas. Para tal, confeccionaram 60 pares de coroas metalo-cerâmicas

de modo a apresentarem diferença de cor entre 0,2 e 4,28 unidades de ΔE^* . Esta diferença de cor foi obtida alterando somente uma das coordenadas: L^* , a^* ou b^* . Todos os observadores, 20 protesista, 16 homens e 4 mulheres, não apresentavam deficiência na percepção de cor, a avaliação foi realizada sobre fundo cinza e o tempo de visualização foi de 10 segundos. Os pares de coroas foram apresentados a protesistas que relatavam se havia diferença de cor entre as coroas e se a diferença de cor seria aceitável. Observou-se que os limites de aceitabilidade da diferença de cor para as coordenadas a^* e b^* , respectivamente, foram de 1,1 e de 2,1 unidades de ΔE^* .

Para avaliar se os indivíduos seriam capazes de distinguir os atributos da cor – luminosidade, matiz e saturação – Melgosa et al. (2000) solicitavam aos participantes que indicassem em cada par de cartões do Sistema de Munsell qual atributo da cor era diferente (experimento I) ou idêntico (experimento II). Quarenta observadores, sendo que 20 tinham algum conhecimento em colorimetria, avaliaram 36 pares de cartões em cada experimento. Os cartões englobavam 4 matizes: roxo-azul (5PB), amarelo (5Y), verde (10G) e vermelho-roxo (RP). Não houve diferença estatisticamente significativa: entre os dois experimentos e entre homens e mulheres; porém, entre os observadores com e sem experiência em colorimetria houve diferença estatisticamente significativa no experimento I. Observaram que: os participantes identificaram o atributo corretamente em 60,2% das observações no experimento I e em 50,6% no experimento II; entre os 4 matizes avaliados, o amarelo foi o que apresentou a menor porcentagem de identificações correta, respectivamente, 52,8% e 48,3% nos experimentos I e II; a saturação foi o atributo que apresentou maior dificuldade para ser identificado tanto no experimento I quanto no II; a luminosidade foi mais facilmente detectada no experimento II e em pares

acromáticos que em pares cromáticos; quanto maior a diferença de cor mais facilmente o atributo matiz foi identificado, tanto no experimento I quanto no experimento II.

O estudo de Sim, Yap e Teo (2001) investigou a percepção de cor de 10 técnicos de laboratório, 15 alunos do último ano de graduação, 15 clínicos gerais e 10 protesistas. Sete guias da escala de cor de um compósito comercial (A1, A4, B2, B3, C2, C4, D3) e uma escala Vita foram utilizadas. Cada observador deveria selecionar 7 guias da escala Vita que correspondessem as 7 guias da escala do compósito comercial. Não houve diferença estatisticamente significativa entre alunos, clínicos gerais e protesistas na percepção de cor. Porém, há diferença estatisticamente significativa entre cirurgiões dentistas e técnicos de laboratório na percepção de cores mais escuras, como C4.

No mesmo período, Ragain e Johnston (2001), demonstraram que há diferença na percepção de diferença de cor entre cirurgiões 12 dentistas, 12 auxiliares e 24 pacientes. O fator de exclusão dos observadores foi a deficiência na visualização de cor. Todo estudo foi realizado em cabine de luz e iluminante D₆₅, a distância e o ângulo de visualização foram padronizados. O teste consistia num conjunto de 1 disco padrão de resina composta, que representava a cor de um dente, cercado por 6 discos restauradores também de resina composta, que representavam a cor da restauração. Um dispositivo permitia apenas que o disco padrão e um disco restaurador fossem visualizados. A cada par observado, os observadores relatavam se havia diferença de cor entre os discos; em caso afirmativo, relatavam se a diferença de cor seria aceitável. Com relação aos limites aceitáveis de diferenças de cor, houve diferença estatisticamente significativa entre

os indivíduos. Respectivamente, as diferenças de cor aceitáveis para cirurgiões dentistas, auxiliares e pacientes foram de 2,18, 1,78 e 2,29 unidades de ΔE^* .

No estudo de Paul et al. (2002) 3 observadores, independentemente, determinaram a cor para o incisivo central superior de 30 pacientes com auxílio da escala Vita Classical. A cor do dente foi estabelecida quando houve concordância entre 2 ou 3 observadores. Caso contrário, um espectrofotômetro auxiliou a seleção da cor. Dos 30 pacientes, 8 (26,6%) tiveram a cor dental determinada com auxílio do espectrofotômetro; para 14 pacientes (46,6%), 2 observadores selecionaram a mesma cor e, somente para 8 pacientes (26,6%), a seleção de cor dos 3 observadores foram iguais.

Dancy et al. (2003) compararam a seleção de cor realizada por dois observadores e por um colorímetro. Quarenta pacientes, cujo plano de tratamento envolvia coroas ocas de porcelana ou coroas metalo-cerâmicas, foram divididos em dois grupos de acordo com o método de seleção de cor: visual ou instrumental. Dentre os critérios utilizados – cor, contorno, textura superficial, brilho – para avaliação das coroas, a cor foi o único critério em que houve dúvidas quanto à necessidade de correção de 3 peças protéticas. Entretanto, somente uma coroa, cuja cor foi selecionada visualmente, foi refeita. Observou-se que em apenas nove casos (23%) os observadores selecionaram a mesma cor.

No estudo de Lagouvardos, Diamanti e Polyzois (2004), foram utilizados 10 dentes humanos extraídos, 2 escalas de cor da Kulzer (K1 e K2) e 1 escala de cor Vita. Oito alunos de graduação e 8 de pós-graduação, que não apresentavam deficiência na visualização de cor participaram de 4 testes: teste 1 – os padrões da escala K1 deveriam ser pareados com as guias da escala K2; teste 2 – os padrões da escala K1 deveriam ser pareados com as guias da escala Vita; teste 3 – os

observadores deveriam designar a cor de cada guia das escalas K2 e Vita, cujas identificações estavam cobertas; teste 4 – os dentes deveriam ser pareados com a escala K2. A diferença de cor entre algumas guias das 2 escalas de cor e entre alguns dentes e as 2 escalas de cor superavam 3,3 unidades de ΔE^* . Não houve diferença entre os 2 grupos de alunos. Observaram que em todas as seleções corretas de cor os valores de ΔE^* eram inferiores a 3,3 unidades, que cores mais claras ou mais escuras foram mais facilmente selecionadas.

A proposta de Zhang e Montag (2006), foi explorar a habilidade dos observadores em controlar e distinguir os diferentes atributos da cor através de dois experimentos. No experimento I ou método de ajuste, participaram 24 observadores e foram utilizados 3 sistemas de controle da cor – RGB (vermelho, verde, azul), LCH (luminosidade, croma, matiz) e L, r/ g, y/ b (luminosidade, vermelho/ verde, amarelo/ azul) – e 4 pares de padrões. Cada par apresentava diferença de cor entre si e era posicionado no centro de um monitor colorido. Manuseando as coordenadas dos sistemas de controle de cor RGB, LCH ou L, r/ g, y/ b, o observador deveria igualar a cor do par de padrões. No experimento II ou método de avaliação, assim como no estudo de Melgosa et al. (2000), 31 participantes indicavam qual atributo dois padrões assemelhavam-se ou diferenciavam-se nos sistemas de controle de cor – LCH e L, r/ g, y/ b. Os autores observaram que para os experimentos I e II, os observadores mais experientes obtiveram melhores performances que os menos experientes. No experimento I: quanto maior a luminosidade mais facilmente obtinha-se o ajuste; no matiz vermelho-amarelado o ajuste foi o mais difícil de executar; e no matiz verde-azulado, o mais fácil. Já no experimento II: as coordenadas de luminosidade e matiz foram significativamente mais facilmente

identificadas e quanto maior a diferença de cor melhor a performance dos observadores.

Klemetti et al. (2006) avaliaram a variabilidade entre 10 estudantes de Odontologia e 9 estudantes para técnico de laboratório na seleção de cor para restaurações cerâmicas usando 3 escalas diferentes de cor (Vita Lumin Vacuum, Vita 3D-Master, Procera). A seleção de cor para confecção das restaurações estéticas pelos 19 estudantes foi repetida em 3 dias consecutivos. O uso da escala Vita Lumin Vacuum proporcionou 41 % de concordância entre observadores; com a escala Vitapan 3D-Master concordância de 33% e com a escala Procera 43% de concordância. Os autores afirmaram que a variabilidade entre os observadores foi relevante.

Ethell, Jarad e Youngson (2006) propuseram um estudo semelhante ao de McMaugh (1977) e Davison e Myslinski (1990). A comparação ocorreu entre 10 participantes que apresentaram deficiência na percepção de cor e 20 com visão normal, foram utilizados 2 conjuntos de guias da escala de cor Vita Lumin, cujas identificações originais foram renomeadas e no experimento, assim como nos demais, as guias deveriam ser pareadas. Este estudo apenas diferenciou-se pela utilização da cabine de luz e iluminante D_{65} – luz do dia. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos e entre o número de erros cometidos nos atributos luminosidade e matiz.

3 PROPOSIÇÃO

Os objetivos deste trabalho foram:

- a) Verificar se há diferença na percepção da diferença de cor entre homens e mulheres.
- b) Verificar se existe diferença na percepção da diferença de cor entre alunos, clínicos gerais e professores de Dentística.
- c) Avaliar a influência de cada coordenada na percepção da diferença de cor,
- d) Quantificar o limite da diferença de cor perceptível para cada coordenada

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Identificação dos participantes

Para cada participante foi preenchida uma ficha de identificação (esquema 4.1) na qual consta:

- O termo de consentimento livre e esclarecido;
- Dados pessoais: nome, idade, raça, sexo;
- Categoria (estudante ou profissional);
- Tempo de experiência do profissional;
- Telefone e e-mail para contato;
- Respostas do teste de identificação da deficiência na visualização das cores;
- Data;
- Assinatura do participante.

4.2 Teste para identificação da deficiência na percepção de cores

Para a identificação dos observadores com deficiência na percepção das cores foi utilizado o teste de Ishihara simplificado (CAROLI, 2003; IBRAU, 2006; NORIEGA, 2006). Cada prancha foi escaneada no SCANNER AGFA (modelo SNAPSCAN 1212p) com resolução de 300 dpi (dots per inch).

O teste consistiu na apresentação isolada de 6 pranchas coloridas (Figura 4.1) em forma de slide, em monitor colorido posicionado a 75 cm e perpendicularmente ao eixo visual do observador e tempo de 10 segundos de visualização, (IBRAU, 2006; NORIEGA, 2006). Para cada Figura apresentada, foi solicitado ao participante que identificasse o número observado no interior do círculo. Cada resposta foi anotada com um X na opção contida no ficha de identificação do participante (esquema 4.1). A visão dos participantes foi classificada de acordo com a Tabela de Ishihara (Tabela 4.1).

Figura 4.1 – Pranchas do teste de Ishihara simplificado e digitalizado

Tabela 4.1 – classificação dos indivíduos: Tabela de Ishihara (IBRAU, 2006)

n° da prancha	visão Normal	cor deficiente
1	12	12
2	29	70
3	3	5
4	45	não lê
5	7	não lê
6	não lê	45 73

4.3 Fator de exclusão dos participantes

O fator de exclusão dos participantes foi a visualização incorreta de uma ou mais pranchas do teste de Ishihara (item 2).

4.4 Seleção de observadores

Para este estudo foram selecionados 51 observadores que se adequaram aos critérios dos itens 2 e 3 citados anteriormente (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – observadores subdivididos de acordo com a categoria e o sexo

observadores	homens	mulheres
G1 - alunos do último ano de graduação do curso de Odontologia da FOU SP	10	10
G2 - professores de cursos de especialização em dentística restauradora	5	6
G3 - clínicos gerais	10	10

4.5 Escolha da cor e preparo dos cartões para o teste de visualização

Os valores dos atributos da cor (L^* , a^* e b^*) usados nos cartões padrão, CPa e CPb, foram as médias dos valores de cada atributo obtida na literatura, no período de 1996 a 2005 (Tabela 2.1). Porém, devido às limitações de impressão, foram utilizados valores aproximados às médias obtidas (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Valores médios dos atributos de cor obtidos e valores utilizados na confecção dos cartões

valores	L^*	a^*	b^*
obtidos do levantamento bibliográfico	63	1	12
utilizados na confecção do cartão padrão	66	0	8

Uma imagem colorida, com os valores de L^* , a^* e b^* (Tabela 4.3) foi criada com o auxílio do programa Adobe Photoshop 7.0. A impressão desta imagem padrão foi realizada em laboratório fotográfico (QSS-3302, Noritsu Koki Co, Japão), em formato retangular (9 x 15 cm), em papel fotográfico sem brilho (Kodak Royal, Kodak, São Paulo, Brasil) e temperatura ambiente de 22°C. A foto obtida foi

recortada em formato quadrangular (4 x 4 cm) e obtivemos 6 cartões coloridos. Estes cartões, obtidos com os valores médios de L^* , a^* e b^* , foram denominados cartões padrões. Apenas 2 cartões padrões, denominados CPa e CPb, foram utilizados neste trabalho.

Usando a mesma metodologia, confeccionamos outras 18 imagens coloridas. Em 6 imagens introduzimos variações no eixo L^* , luminosidade, de tal forma que apresentassem diferenças de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 unidade(s) de ΔE^* em relação a imagem padrão; em outras 6, introduzimos variações no eixo a^* , vermelho/ verde, com diferenças de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 unidade(s) de ΔE^* em relação a imagem padrão; e nas demais 6, introduzimos variações no eixo b^* , amarelo/ azul, com diferenças de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 unidade(s) de ΔE^* em relação a imagem padrão. Todas as fotos obtidas também foram recortadas em formato quadrangular e obtivemos 6 cartões para cada uma das 18 fotos confeccionadas.

4.6 Verificação da cor dos cartões

A verificação dos valores dos atributos de cada cartão foi realizada com auxílio do Espectrofotômetro Cintra 10 UV – Visible Spectrometer (GBC, Austrália; FAPESP: 05/59695-1). As medidas de reflectância foram realizadas no intervalo de 380 a 780 nanômetros, 3 leituras consecutivas, os corpos posicionados sobre anteparo branco sob o iluminante D65 – luz do dia (DOUGLAS, 1997; DOUGLAS; BREWER, 1998; FERREIRA, 2002; JOHNSTON; KAO, 1989; LAGOUVARDOS;

DIAMANTI; POLYZOIS; 2004; MELGOSA et al., 2000; RAGAIN; JOHNSTON; 2001; SEGHI; HEWLETT; KIM, 1989; YAP et al., 1999). Após 1 semana, uma nova avaliação dos cartões foi realizada.

Figura 4.2 – Espectrofotômetro Cintra

A diferença de cor entre os cartões foi confirmada através da fórmula,

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_f^* - L_i^*)^2 + (a_f^* - a_i^*)^2 + (b_f^* - b_i^*)^2}$$

na qual, L_i^* , a_i^* e b_i^* representam as coordenadas do cartão CPa e L_f^* , a_f^* e b_f^* representam as coordenadas dos demais cartões.

Observamos que a impressão das fotos não era uniforme, pois apesar de uma mesma foto originar 6 cartões coloridos, constatamos que havia diferença de cor entre eles. Por esta razão, dos 114 cartões produzidos, foram selecionados apenas os 20 cartões cujos valores de L^* , a^* e b^* mais se aproximavam dos valores determinados para os cartões de cada grupo. Na Tabela 4.4 são apresentados os valores de L^* , a^* b^* de cada cartão e o valor de ΔE^* em relação ao cartão CPa.

Tabela 4.4 – Valores de L^* , a^* , b^* e de ΔE^* de cada cartão em relação ao cartão CPa

	cartão	L^*	a^*	b^*	ΔE^*
Padrão	CPa	68,6	-0,3	8,0	
	CPb	68,4	-0,3	7,8	0,3
Grupo ΔL^*	L1	69,6	0,1	8,4	1,2
	L2	70,0	0,2	9,0	1,8
	L3	71,5	-0,4	7,9	3,0
	L4	72,9	-0,5	7,8	4,3
	L5	73,3	0,2	8,3	4,8
	L6	74,9	-0,4	8,2	6,3
Grupo Δa^*	a1	68,5	1,0	7,9	1,3
	a2	68,5	2,0	8,1	2,3
	a3	68,4	2,6	8,0	2,8
	a4	68,7	3,7	8,3	4,0
	a5	68,5	4,6	8,1	4,8
	a6	68,9	5,6	9,1	6,0
Grupo Δb^*	b1	68,5	-0,2	8,9	0,9
	b2	68,5	-0,4	9,9	1,9
	b3	68,6	0,2	10,9	2,9
	b4	69,0	-0,2	12,3	4,3
	b5	69,0	-0,2	13,0	5,0
	b6	68,9	-0,3	13,9	5,9

4.7 Nomenclatura dos cartões

Neste estudo foram utilizados 3 conjuntos de cartões composto por um cartão padrão CPa e por um grupo teste (Quadro 4.1). Este grupo teste foi composto pelo cartão CPb, que não apresenta diferença de cor em relação ao cartão padrão CPa, e por 6 cartões que apresentavam variações de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 unidades em apenas uma das coordenadas L^* , a^* ou b^* .

conjunto de cartões		
grupos	padrão	grupo teste
grupo ΔL^* – variação no eixo L^*	CPa	CPb + L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6
grupo Δa^* – variação no eixo a^*	CPa	CPb + a1 + a2 + a3 + a4 + a5 + a6
grupo Δb^* – variação no eixo b^*	CPa	CPb + b1 + b2 + b3 + b4 + b5 + b6

Quadro 4.1 – Conjunto de cartões

A nomenclatura dos grupos de cartões é composta pelo símbolo Δ (letra grega; delta), que representa variação de cor, e pelas letras L^* , a^* ou b^* , que representam em qual a coordenada ocorre a variação de cor. Então, o grupo ΔL^* representa o conjunto de cartões nos quais a alteração de cor foi determinada por variações na coordenada L^* ; nos grupos Δa^* e Δb^* as alterações ocorreram, respectivamente, nas coordenadas a^* e b^* .

A nomenclatura dos cartões teste é composta por uma letra e um número. A letra representa a que grupo o cartão teste pertence; e o número, a diferença de cor entre o cartão teste e os cartões CPa e CPb. Assim, os cartões teste L1, L2, L3, L4, L5 e L6 pertencem ao grupo ΔL^* e a diferença de cor em relação aos cartões padrão CPa é, respectivamente, de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 unidade(s) de ΔE^* ; os cartões a1, a2, a3, a4, a5 e a6 pertencem ao grupo Δa^* e a diferença de cor em relação a CPa é, respectivamente, de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 unidade(s) de ΔE^* ; e os cartões b1, b2, b3, b4, b5 e b6 pertencem ao grupo Δb^* e a diferença de cor em relação a CPa é, respectivamente, de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 unidade(s) de ΔE^* (Tabela 4.5).

Nas figuras 4.3, 4.4 e 4.5 são apresentadas as curvas espectrais dos grupos de cartão ΔL^* , Δa^* e Δb^* , respectivamente.

Figura 4.3 – Conjunto de cartões do grupo ΔL^* e as curvas espectrais dos cartões *Cpa*, *Cpb*, *L1*, *L2*, *L3*, *L4*, *L5* e *L6*

Figura 4.4 – Conjunto de cartões do grupo Δa^* e as curvas espectrais dos cartões *Cpa*, *Cpb*, *a1*, *a2*, *a3*, *a4*, *a5* e *a6*

Figura 4.5 – Conjunto de cartões do grupo ΔL^* e as curvas espectrais dos cartões CPa, CPb, b1, b2, b3, b4, b5 e b6

4.8 Método de avaliação da percepção da diferença cor

Todo o experimento foi realizado:

- Em cabine de luz (MM-2e/ UV, Konica Minolta, New Jersey, EUA; FAPESP: 06/54331-4), que teve por finalidade proporcionar um ambiente de iluminação padronizado para o controle visual (Figura 4.6)

Figura 4.6 – Cartões do grupo Δb^* posicionados na cabine de luz

- Iluminante D65 – luz do dia;
- Tempo médio de observação de cada grupo de cartão de 15 segundos;
- Local de avaliação sem iluminação natural ou artificial.

Cada observador recebeu o cartão padrão CPa e os 7 cartões do grupo teste. Dentre os 7 cartões do grupo teste sempre havia o cartão CPb, que não apresentava diferença de cor em relação ao cartão padrão CPa e os 6 cartões testes, que apresentavam diferenças de 1 a 6 unidades de ΔE^* em relação a CPa. Para cada conjunto de cartões, ΔL^* , Δa^* e Δb^* , o observador selecionou do grupo de cartão teste:

- a) o cartão cuja cor correspondia à cor do cartão padrão CPa;
- b) o cartão cuja cor diferia da cor do cartão padrão Cpa, porém a diferença de cor seria aceitável.

c) o cartão cuja cor diferia da cor do cartão padrão Cpa, porém a diferença de cor seria inaceitável. Solicitou-se ao observador que escolhesse dentre os cartões restantes, o cartão que apresentasse a menor diferença de cor em relação ao cartão padrão CPa.

4.9 Agrupamento dos dados

Para análise estatística dos dados foram criadas 3 tabelas (Tabelas 4.5; 4.6 e 4.7), uma para cada grupo de cartão, nas quais eram anotados: o sexo; a idade; a categoria – aluno, clínico, professor; a ordem de seleção dos cartões do grupo teste; o índice; e a nota de cada participante. A nota atribuída para cada índice será apresentada no item 4.10.

O índice foi determinado de acordo com a com a ordem de seleção de cada observador. Como exemplos, utilizaremos as anotações da primeira e da segunda linha da tabela 4.5.

A participante da primeira linha selecionou: para a questão 9a, o cartão CPb; para a questão 9b, o cartão L2 e; para a questão 9c, o cartão L1. Então, inserimos os números 1, 2 e 3, respectivamente, nas colunas da tabela referentes aos cartões CPb, L2 e L1. O valor 0 (zero) foi inserido nas demais colunas; resultando no índice: 1;3;2;0;0;0;0;0.

Tabela 4.5 – Dados do grupo ΔL^* de cada observador

sexo	idade	categoria	CPb	L1	L2	L3	L4	L5	L6	nenhum	índice	nota
fem	22	aluno	1	3	2	0	0	0	0	0	(1;3;2;0;0;0;0;0)	9
fem	24	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	25	aluno	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	25	aluno	1	0	3	0	0	0	0	2	(1;0;3;0;0;0;0;2)	3
fem	24	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	22	aluno	1	0	3	0	0	0	0	2	(1;0;3;0;0;0;0;2)	3
masc	24	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	25	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	25	aluno	2	0	3	0	0	0	0	1	(2;0;3;0;0;0;0;1)	13
masc	21	aluno	1	3	2	0	0	0	0	0	(1;3;2;0;0;0;0;0)	9
masc	23	aluno	3	2	0	0	0	0	0	1	(3;2;0;0;0;0;0;1)	17
fem	24	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	24	aluno	2	0	3	0	0	0	0	1	(2;0;3;0;0;0;0;1)	13
masc	23	aluno	1	0	3	0	0	0	0	2	(1;0;3;0;0;0;0;2)	3
masc	27	aluno	2	0	3	1	0	0	0	0	(2;0;3;1;0;0;0;0)	15
masc	22	aluno	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
fem	23	aluno	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
masc	27	aluno	1	0	3	0	0	0	0	2	(1;0;3;0;0;0;0;2)	3
fem	23	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	22	aluno	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
fem	27	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	30	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	26	clínico	1	0	0	2	3	0	0	0	(1;0;0;2;3;0;0;0)	11
masc	26	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	29	clínico	1	0	0	2	3	0	0	0	(1;0;0;2;3;0;0;0)	11
fem	30	clínico	2	0	0	3	0	0	0	1	(2;0;0;3;0;0;0;1)	14
fem	25	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	33	clínico	3	2	0	0	0	0	0	1	(3;2;0;0;0;0;0;1)	17
fem	40	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	28	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
masc	28	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	27	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	27	clínico	1	3	0	2	0	0	0	0	(1;3;0;2;0;0;0;0)	10
masc	24	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	42	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	35	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	29	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	38	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	25	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
masc	25	clínico	1	0	3	0	0	0	0	2	(1;0;3;0;0;0;0;2)	3
fem	24	professor	1	3	2	0	0	0	0	0	(1;3;2;0;0;0;0;0)	9
masc	51	professor	1	3	0	2	0	0	0	0	(1;3;0;2;0;0;0;0)	10
fem	40	professor	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	35	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	40	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	58	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	44	professor	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	49	professor	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
masc	60	professor	3	2	0	0	0	0	0	1	(3;2;0;0;0;0;0;1)	17
masc	62	professor	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
masc	63	professor	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1

Tabela 4.6 – Dados do grupo Δa^* de cada observador

sexo	idade	categoria	CPb	a1	a2	a3	a4	a5	a6	nenhum	índice	nota
fem	22	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	24	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0)	1
fem	25	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	25	aluno	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0)	5
fem	24	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	22	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	24	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	25	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	25	aluno	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
masc	21	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	23	aluno	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
fem	24	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	24	aluno	1	0	3	0	0	0	0	2	(1;0;3;0;0;0;2)	3
masc	23	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	27	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	22	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0)	1
fem	23	aluno	3	0	0	0	0	0	0	1 e 2	(3;0;0;0;0;0;23)	16
masc	27	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	23	aluno	1	0	3	0	0	0	0	2	(1;0;3;0;0;0;2)	3
fem	22	aluno	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
fem	27	clínico	1	0	0	3	0	0	0	2	(1;0;0;3;0;0;2)	4
masc	30	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	26	clínico	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0)	5
masc	26	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	29	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
fem	30	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	25	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	33	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	40	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	28	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
masc	28	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
fem	27	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	27	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
masc	24	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
masc	42	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
fem	35	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	29	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	38	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	25	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	25	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	24	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	51	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	40	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	35	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	40	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	58	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	44	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
fem	49	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	60	professor	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;1)	12
masc	62	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;2)	2
masc	63	professor	1	2	0	0	0	0	0	3	(1;2;0;0;0;0;3)	8

Tabela 4.7 – Dados do grupo Δb^* de cada observador

sexo	idade	categoria	CPb	b1	b2	b3	b4	b5	b6	nenhum	índice	nota
fem	22	aluno	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	24	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	25	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	25	aluno	1	2	0	0	0	0	3	0	(1;2;0;0;0;0;3;0)	7
fem	24	aluno	1	2	0	0	3	0	0	0	(1;2;0;0;3;0;0;0)	6
masc	22	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	24	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	25	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	25	aluno	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
masc	21	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	23	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	24	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	24	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	23	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	27	aluno	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
masc	22	aluno	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	23	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	27	aluno	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	23	aluno	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	22	aluno	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
fem	27	clínico	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
masc	30	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	26	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	26	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	29	clínico	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	30	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	25	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	33	clínico	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	40	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	28	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	28	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
fem	27	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	27	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	24	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
masc	42	clínico	2	3	0	0	0	0	0	1	(2;3;0;0;0;0;0;1)	12
fem	35	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	29	clínico	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	38	clínico	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
masc	25	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	25	clínico	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
fem	24	professor	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	51	professor	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	40	professor	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	35	professor	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
fem	40	professor	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
masc	58	professor	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	44	professor	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1
fem	49	professor	1	3	0	0	0	0	0	2	(1;3;0;0;0;0;0;2)	2
masc	60	professor	1	2	0	3	0	0	0	0	(1;2;0;3;0;0;0;0)	5
masc	62	professor	3	2	0	0	0	0	0	1	(3;2;0;0;0;0;0;1)	17
masc	63	professor	1	2	3	0	0	0	0	0	(1;2;3;0;0;0;0;0)	1

Já a segunda participante selecionou: para a questão 9a, o cartão CPb; para a questão 9b, o cartão L1 e; para a questão 9c, o cartão L2. Então, inserimos os números 1, 2 e 3, respectivamente, nas colunas da tabela referentes ao cartão CPb, L1 e L2. O valor 0 (zero) foi inserido nas demais colunas; resultando no índice: 1;2;3;0;0;0;0;0.

4.10 Notas atribuídas aos índices

Agrupamos os índices dos 3 grupos de cartões (Tabela 4.8). Para o índice 1; 2; 3; 0; 0; 0; 0; 0 foi atribuída a nota 1. Nos baseamos no estudo de Seghi, Hewlett, Kim (1989), no qual afirmaram que haveria grande probabilidade dos indivíduos perceberem diferenças de cor de 1 unidade de ΔE^* e também, no estudo de Douglas e Brewer (1998) no qual a percepção da diferença de cor era diferente entre as coordenadas. Os autores observaram ainda que os indivíduos foram capazes de identificar variações de 1,1 unidade na coordenada a^* e de 2,1 unidade na coordenada b^* .

Para o índice 1; 3; 0; 0; 0; 0; 0; 2 foi atribuída a nota 2, pois a variação de 1 unidade em qualquer uma das coordenadas poderia ser resultar em diferença de cor inaceitável para alguns participantes.

Para os demais índices que demonstravam que os indivíduos identificaram o par de cartões que não apresentava diferença de cor entre si, mas não se enquadravam nos critérios utilizados para as notas 1 e 2, foram atribuídas notas de 3

a 11; para os índices que indicaram o cartão que não apresentava diferença de cor não foi identificado foram atribuídas notas de 12 a 17.

Tabela 4.8 – Índices do grupos de cartões ΔL^* , Δa^* e Δb^* e as notas atribuídas

índices dos 3 grupos de cartões	nota
1;2;3;0;0;0;0;0	1
1;3;0;0;0;0;0;2	2
1;0;3;0;0;0;0;2	3
1;0;0;3;0;0;0;2	4
1;2;0;3;0;0;0;0	5
1;2;0;0;3;0;0;0	6
1;2;0;0;0;0;3;0	7
1;2;0;0;0;0;0;3	8
1;3;2;0;0;0;0;0	9
1;3;0;2;0;0;0;0	10
1;0;0;2;3;0;0;0	11
2;3;0;0;0;0;0;1	12
2;0;3;0;0;0;0;1	13
2;0;0;3;0;0;0;1	14
2;0;3;1;0;0;0;0	15
3;0;0;0;0;0;0;23	16
3;2;0;0;0;0;0;1	17

5 RESULTADOS

Os resultados deste trabalho serão apresentados de 2 formas: cálculo de percentis dos participantes em cada grupo de cartões e porcentagens das seleções de cartões em cada grupo ΔL^* , Δa^* e Δb^* .

5.1 Cálculo dos percentis

O percentil (ou centil) é modo de avaliar o parâmetro de dispersão. Os percentis são pontos de uma distribuição de frequência que determinam uma porcentagem de indivíduos que se localizam abaixo ou acima deles (Marcondes; 1979).

Pererira¹ explicou que o “percentil de nível p é um valor da variável que separa a amostra em dois. 100p% da amostra ficam abaixo desse valor e 100(1-p)% para cima. Se uma curva estiver acima da outra quer dizer que uma amostra tem valores superiores”.

Para ilustrar as diferenças na percepção da diferença de cor entre homens e mulheres e, entre alunos, clínicos gerais e professores foram calculados os percentis

¹ PEREIRA CAB. Percentil [mensagem pessoal] Mensagem recebida por yuri.arakaki@usp.br em 23 mar. 2007.

nos níveis 0; 0,1;...; 0,9; 1 (Tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6). Emparelhando os percentis, traçamos as curvas de percentis (Figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6). As linhas obtidas ilustram as diferenças entre os observadores. Foram produzidos os gráficos comparativos de percentis para todas as diferenças.

Tabela 5.1 – Diferenciais de notas no grupo ΔL^* de homens e mulheres de acordo com o nível de percentil

nível de percentil	feminino	masculino
0	1,0	1,0
0,1	1,0	1,0
0,2	1,8	1,0
0,3	2,0	2,0
0,4	2,0	2,0
0,5	3,0	3,0
0,6	6,6	5,4
0,7	9,8	11,6
0,8	11,2	12,2
0,9	12,0	16,2
1	14,0	17,0

Figura 5.1 – representação gráfica da Tabela 5.1

Tabela 5.2 – Diferenciais de notas no grupo ΔL^* de alunos, clínicos gerais e professores de acordo com o nível de percentil

nível de percentil	alunos	clínicos gerais	professores
0	1,0	1,0	1,0
0,1	1,0	1,0	1,0
0,2	2,0	1,0	2,0
0,3	2,7	1,7	2,0
0,4	3,0	2,0	2,0
0,5	4,0	2,0	5,0
0,6	9,0	2,4	9,0
0,7	12,0	10,3	10,0
0,8	12,2	11,2	12,0
0,9	13,2	12,2	12,0
1	17,0	17,0	17,0

Figura 5.2 – representação gráfica da Tabela 5.2

Tabela 5.3 – Diferenciais de notas no grupo Δa^* de homens e mulheres de acordo com o nível de percentil

nível de percentil	feminino	masculino
0	1,0	1,0
0,1	2,0	2,0
0,2	2,0	2,0
0,3	2,0	2,0
0,4	2,0	2,0
0,5	2,0	2,0
0,6	2,0	2,0
0,7	3,1	2,0
0,8	5,0	9,6
0,9	12,0	12,0
1	12,0	12,0

Figura 5.3 – representação gráfica da Tabela 5.3

Tabela 5.4 – Diferenciais de notas no grupo Δa^* de alunos, clínicos gerais e professores de acordo com o nível de percentil

nível de percentil	alunos	clínicos gerais	professores
0	1,0	2,0	2,0
0,1	1,9	2,0	2,0
0,2	2,0	2,0	2,0
0,3	2,0	2,0	2,0
0,4	2,0	2,0	2,0
0,5	2,0	2,0	2,0
0,6	2,0	2,8	2,0
0,7	3,0	7,1	2,0
0,8	6,4	12,0	2,0
0,9	12,0	12,0	8,0
1	16,0	12,0	12,0

Figura 5.4 – representação gráfica da Tabela 5.4

Tabela 5.5 – Diferenciais de notas no grupo Δb^* de homens e mulheres de acordo com o nível de percentil

nível de percentil	feminino	masculino
0	1,0	1,0
0,1	1,0	1,0
0,2	1,0	1,0
0,3	1,0	1,0
0,4	1,6	1,6
0,5	2,0	2,0
0,6	2,0	3,2
0,7	4,4	5,0
0,8	5,0	6,4
0,9	5,6	12,0
1	12,0	17,0

Figura 5.5 – representação gráfica da Tabela 5.5

Tabela 5.6 – Diferenciais de notas no grupo Δb^* de alunos, clínicos gerais e professores de acordo com o nível de percentil

nível de percentil	alunos	clínicos gerais	professores
0	1,0	1,0	1,0
0,1	1,0	1,0	1,0
0,2	1,0	1,0	1,0
0,3	1,0	2,0	1,0
0,4	1,0	2,0	1,0
0,5	1,5	2,0	2,0
0,6	2,0	2,0	5,0
0,7	5,0	5,0	5,0
0,8	5,2	5,0	5,0
0,9	7,5	12,0	5,0
1	12,0	12,0	17,0

Figura 5.6 – representação gráfica da Tabela 5.6

Podemos observar nos Figuras 5.1, 5.3 e 5.5 que as linhas se sobrepõem em vários trechos e seguem bem próximas em outros. Assim, os gráficos dos percentis sugerem que não haja diferença entre homens e mulheres em relação a percepção da diferença de cor em algum dos grupos: ΔL^* , Δa^* e Δb^* .

Podemos observar nos Figuras 5.2, 5.4 e 5.6 que as linhas se sobrepõem em vários trechos e seguem bem próximas em outros. Assim, os gráficos dos percentis sugerem que não haja diferença entre alunos, clínicos e professores em relação a percepção da diferença de cor em algum dos grupos: ΔL^* , Δa^* e Δb^* .

5.2 Porcentagem de seleção dos cartões

Como a análise dos percentis sugere que não haja diferenças na percepção da diferença de cor entre os sexos e entre as categorias dos participantes, serão apresentadas as porcentagens de observadores que identificaram os cartões CPa e CPb nos 3 grupos de cartões (Tabela 5.7) bem como as porcentagens dos cartões selecionados ou não selecionados para cada situação apresentada; foram elas: seleção do cartão que não apresenta diferença de cor em relação ao cartão CPa (Tabela 5.8); seleção ou não do cartão cuja diferença de cor foi considerada perceptível e aceitável pelos observadores (Tabela 5.9); seleção do cartão cuja diferença de cor considerada perceptível e inaceitável pelos observadores (Tabela 5.10).

Tabela 5.7 – Porcentagem dos observadores que identificaram os cartões CPa e CPb nos 3 grupos de cartões

par de cartões idêntico selecionado	nº de observadores (%)
em 1 ou 2 observações	17 (33,3%)
nas 3 observações	34 (66,7%)

Tabela 5.8 – Porcentagem dos observadores que identificaram os cartões CPa e CPb nos grupos de cartões ΔL^* , Δa^* e Δb

grupo de cartões	cartão	nº de observadores (%)	total de seleções
grupo ΔL^*	CPb	37 (72,5%)	51
	L3	1 (2,0%)	
	nenhum	13 (25,5%)	
grupo Δa^*	CPb	40 (78,4%)	51
	x	11 (21,6%)	
grupo Δb^*	CPb	45 (88,2%)	51
	x	6 (11,8%)	

Tabela 5.9 – porcentagem dos cartões selecionados cuja diferença de cor em relação ao cartão CPa foi considerada perceptível e aceitável pelos observadores

grupos de cartões	cartão	nº de observadores (%)	total de seleções
grupo ΔL^*	CPb	11 (21,6%)	51
	L1	16 (31,4%)	
	L2 ou L3	7 (14%)	
	nenhum	17 (33,3%)	
grupo Δa^*	CPb	10 (19,6%)	51
	a1	5 (9,8%)	
	nenhum	36 (70,6%)	
grupo Δb^*	CPb	5 (9,8%)	51
	b1	34 (66,7%)	
	nenhum	12 (23,5%)	

Tabela 5.10 – Porcentagem dos cartões selecionados, cuja diferença de cor em relação ao cartão CPa foi considerada perceptível e inaceitável nos grupos de cartões ΔL^* , Δa^* e Δb

grupos de cartões	cartão	nº de observadores (%)	total de seleções
grupo ΔL^*	CPb	3 (5,9%)	51
	L1	24 (47,1%)	
	L2	19 (37,3%)	
	L3	3 (5,9%)	
	L4	2 (3,9%)	
grupo Δa^*	CPb	1 (2,0%)	51
	a1	42 (82,4%)	
	a2	5 (9,8%)	
	a3	3 (5,9%)	
grupo Δb^*	b1	17 (33,3%)	51
	b2	20 (39,2%)	
	b3	11 (21,6%)	
	CPb ou b4 ou b6	3 (6,0%)	

6 DISCUSSÃO

Num primeiro momento, o sucesso de tratamento restaurador estético depende da escolha adequada da cor de modo que não seja possível distinguir o dente natural da restauração estética. Embora, o olho humano possa detectar pequenas diferenças de cor entre os objetos, a percepção da natureza e da magnitude dessa diferença varia entre os indivíduos e para um mesmo indivíduo ao longo do tempo. (DANCY et al., 2003; LIEBLER et al., 2004; PAUL et al., 2002; RAGAIN; JOHNSTON, 2001; SEIGHI; HEWLETT; KIM, 1989; SHULMAN et al., 2004; SIM; YAP; TEO, 2001).

A percepção da cor é complexa, pois ela depende da interação entre luz, objeto e observador. A interação entre luz e objeto depende de suas características físicas e suas propriedades ópticas. Já no observador, a captura da luz depende da sensibilidade das células fotossensíveis, ou seja, a visão da cor é própria de cada **indivíduo**. Além disso, no sistema nervoso central ocorre a **interpretação** da luz refletida ou transmitida pelos objetos, ou seja, a visão da cor é **subjetiva**. Então, se diferentes pessoas interpretam a mesma cor de formas diferentes é muito provável que elas vejam a diferença de cor entre 2 corpos também de maneiras diferentes.

DANCY et al. (2003), Paul et al. (2002) e Vieira (1996), e observaram que em 33%, 26,6% e 9,6% dos casos, respectivamente, os observadores não selecionaram a mesma cor para o mesmo dente, ou seja, os resultados desses autores confirmaram que diferentes pessoas percebem a mesma cor de maneiras diferentes.

Ainda, se recordarmos as elipses de MacAdam inscritas no diagrama de cromaticidade (Figura 2.16) observaremos que o olho humano apresenta

sensibilidade diferente às diversas cores; que algumas diferenças de cor podem ser percebidas com dificuldade enquanto outras são percebidas mais facilmente e que o sistema visual humano tem um maior sensibilidade aos matizes azuis que aos matizes verdes.

Há ainda outros fatores que podem influenciar a visão das cores e a percepção da diferença de cor entre os objetos, como: fadiga visual, condição geral de saúde do indivíduo, uso de medicamentos, percepção cromática deficiente, metamerismo e iluminante.

De maneira simplificada, as células fotorreceptoras, os cones e os bastonetes, contêm em seu interior pigmentos que se decompõem na presença da luz, originando os impulsos nervosos que são interpretados pelo cérebro. Posteriormente, estes pigmentos são restaurados e o ciclo de percepção visual pode ser reiniciado (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1990). A fadiga visual ocorre quando olhamos fixamente para um objeto por um tempo prolongado e ela interfere na percepção de matizes (FRONDIEST, 2003; MATTHEWS, 1980a; PRESTON; BERGEN 1980; RYERSON, 1991), pois os pigmentos não são restaurados na mesma dinâmica com que são decompostos e o processo de fisiológico da visão não se reinicia ainda que as células fotossensíveis sejam novamente estimuladas; e, mesmo se desviarmos o olhar, continuaremos a ver a imagem do objeto observado (FRONDIEST, 2003; PRESTON; BERGEN 1980; RYERSON, 1991). Para evitarmos a fadiga visual, as observações de cada grupo de cartão ΔL^* , Δa^* e Δ^* era realizada em aproximadamente 15 segundos.

De acordo com Carsten (2003) algumas doenças e o uso de alguns medicamentos podem diminuir a percepção de determinadas cores, como por exemplo: azul em diabéticos; azul, verde e amarelo nos casos de glaucoma; roxo,

azul e verde em leucemia, doença de Addison, anemia, esclerose múltipla, doença de Parkinson; doenças hepáticas acarretam na má absorção da vitamina A, composto fundamental para síntese dos fotopigmentos; o citrato de silfadenafil diminui a capacidade de distinguir o verde do azul; os contraceptivos diminuem a percepção do azul e do amarelo.

Além desses fatores relacionados ao indivíduo, que não foram investigados neste estudo, a deficiência na percepção das cores, ou mais popularmente conhecida como daltonismo, é tida também como um fator que pode influenciar na seleção de cor e na percepção da diferença de cor (CARSTEN, 2003; MATTHEWS, 1980a; MOSER et al., 1985; WASSON; SCHUMAN, 1992) e foi avaliada por nós.

Concordamos com Moser et al. (1985) e Wasson e Schumann (1992) de que o profissional deveria ser consciente de suas deficiências na percepção e discriminação visual da cor, uma vez que é do nosso conhecimento que há diferença na percepção de cor entre indivíduos com percepção cromática normal e percepção cromática deficiente (BARNA et al., 1981; DAVISON; MYSLINSKI, 1990; MCMAUGH, 1977); que a deficiência da percepção de cores no eixo vermelho-verde acarreta diminuição na percepção da região amarela do espectro visível (MCMAUGH, 1977), ou seja, na região que engloba a cor dos dentes (CLARK, 1931a; SPROUL, 2001a, b; VIEIRA, 1996); e que, apesar do desenvolvimento de equipamentos que auxiliam a tomada de cor (BREWER; WEE; SEGHI, 2004), a seleção visual ainda é um método amplamente utilizado pelos profissionais de Odontologia.

O Teste de Ishihara é um dos diversos testes utilizado para o diagnóstico das deficiências na visão das cores (CAROLI, 2003). O teste completo para indivíduos que reconhecem números, proposto por Shinobu Ishihara em 1917, é composto por 25 pranchas coloridas e permite avaliar a capacidade de percepção cromática dos

indivíduos, assim como identificar se deficiência da percepção das cores é específica para a cor verde, discromatopsia deutane, ou para a cor vermelha, discromatopsia protane. Já a versão simplificada e digitalizada, como a usada em nosso estudo, utiliza somente 6 pranchas coloridas e não permite distinguir se os indivíduos apresentam incapacidade na percepção da cor verde ou vermelha e o grau desta incapacidade (IBRAU, 2006; NORIEGA, 2006).

Observamos que entre os 53 entrevistados, 2 homens (3,77%), 1 clínico geral e 1 professor, identificaram incorretamente 1 ou mais pranchas coloridas.

Devido às limitações que a deficiência na visão das cores pode proporcionar aos indivíduos e às limitações da versão simplificada do teste de Ishihara descritas anteriormente associadas ao fato de que nós, autores e cirurgiões dentistas, não somos habilitados e capacitados para diagnosticar a condição visual dos indivíduos, os 2 entrevistados foram excluídos deste estudo e foi sugerido a eles a realização do teste completo de Ishihara com especialista da área médica.

O fenômeno do metamerismo ocorre quando 2 amostras de cores, que têm curvas espectrais diferentes, apresentam-se iguais sob uma condição, mas diferem em outras (FRONDIEST, 2003; MELCHIADES; BOSCHI, 1999; PRESTON; BERGEN, 1980; RYERSON, 1991; VIEIRA, 1990). O metamerismo de iluminante, geométrico e de campo de visualização resultam de variações na fonte de luz, no ângulo de visualização e no tamanho das amostras, respectivamente.

Para visualizarmos a cor de um objeto é preciso que ocorra a reflexão (ou transmissão) de toda ou de parte da luz que incidiu sobre ele. Entretanto, é preciso lembrar que a qualidade da fonte de luz interfere na percepção da cor, pois, um corpo não poderia refletir, por exemplo, a luz amarela se a fonte de luz que o ilumina não contem este comprimento de onda. Se diferentes iluminantes emitem diferentes

comprimentos de onda; então, se houver mudança na qualidade de luz que incide sobre um objeto, haverá mudança nos comprimentos de ondas que são refletidos ou transmitidos por ele (MELCHIADES; BOSCHI, 1999; PHILLIPS, 1993). Assim concordamos com os autores de que as condições de iluminação podem influenciar a seleção de cor (BARNA et al. 1981; DAGG et al.; 2004; MATTHEWS, 1980a, b; PHILLIPS, 1993; VIEIRA, 1990; YAP et al. 1999).

Em alguns estudos, especialistas em prótese, técnicos de laboratórios e profissionais com maior tempo de experiência apresentaram melhores performances que alunos e clínicos gerais na seleção de cor (DAGG et al.; 2004; KLEMETTI et al., 2006; MCMAUGH; 1977; MELGOSA et al.; 2000; RAGAIN; JOHNSTON, 2001; SIM; YAP; TEO, 2001; ZHANG; MONTAG, 2006) em outros, não houve diferença entre os diferentes grupos de profissionais (BARNA et al., 1981; DAVISON; MYSLINSKI, 1990; ETHELL; JARAD; YOUNGSON, 2006; LAGOUVARDOS; DIAMANTI; POLYZOIS, 2004). Em relação ao sexo, Donahue et al. (1991) e Melgosa et al. (2000) não observaram diferenças entre homens e mulheres na percepção de cor.

Alguns autores propuseram valores limites de percepção da diferença de cor total entre os dentes e as restaurações estéticas que não seriam clinicamente perceptíveis ou, que seriam perceptíveis e aceitáveis; valores: inferiores a 3,3 unidades de ΔE^* (LAGOUVARDOS; DIAMANTI; POLYZOIS, 2004; RUYTER; NILNER; MÖLLER, 1987); inferiores a 3,7 unidades (JOHNSTON; KAO, 1989); entre 2 e 3 unidades (SEGHI; HEWLETT; KIM, 1989); inferiores a 3 unidades (YAP et al., 1999); entre 1,78 e 2,29 unidades (RAGAIN; JOHNSTON, 2001); inferiores a 2 unidades (DANCY et al., 2003); mas estes autores não consideraram a influência de cada coordenada L^* , a^* e b^* na percepção da diferença de cor e os valores têm sido citados sistematicamente. Douglas e Brewer (1998), entretanto, demonstraram que a

percepção da diferença de cor é maior para as coordenadas cromáticas, a^* e b^* , que para a coordenada acromática L^* .

Se analisarmos a equação que determina a diferença de cor total,

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_f^* - L_i^*)^2 + (a_f^* - a_i^*)^2 + (b_f^* - b_i^*)^2}$$

observaremos que o resultado quantifica a diferença de cor entre 2 objetos, mas não a qualifica; ou seja, apenas com o valor numérico de ΔE^* não é possível sabermos se um objeto é mais amarelado, mais esverdeado ou mais claro que o outro.

Imaginemos, por exemplo, calcular a diferença de cor entre uma cor padrão X e duas cores Y e Z: X ($L_X^* = 60$, $a_X^* = 5$, $b_X^* = 10$); Y ($L_Y^* = 60$, $a_Y^* = 8$, $b_Y^* = 10$); e Z ($L_Z^* = 60$, $a_Z^* = 5$, $b_Z^* = 13$). Teremos a mesma diferença de cor total de 3 unidades de ΔE^* para as 2 cores, Y e Z, em relação a cor padrão. Entretanto, se analisarmos cada coordenada separadamente, notaremos que a cor Y é mais avermelhada e, Z é mais amarelada que X. Questionamos então: apesar do valor de ΔE^* ser o mesmo para ambas as cores, a nossa percepção da magnitude e da natureza da diferença de cor entre X e Y e entre X e Z seria a mesma? Acreditamos que não.

Mesmo com os constantes avanços dos materiais restauradores estéticos, como maior gama de cores, translucidez, opacidade, fluorescência, opalescência, a composição dos materiais restauradores estéticos difere da composição dos dentes. Além disso, os dentes são compostos por 2 tecidos mineralizados, esmalte e dentina, que apresentam cor, translucidez, espessuras (CLARK, 1931a; SPROUL, 2001a, b; VIEIRA, 1996) e propriedades ópticas próprias (HASEGAWA et al., 2000; PHILLIPS, 1993; STEAGALL JR, 2005; TEN BOSCH; COOPS, 1995; VAN DER BURGT et al., 1985). Como diferentes materiais apresentam propriedades ópticas

diferentes (LAGOUVARDOS; DIAMANTI; POKYZOIS; 2004) é provável que, em alguns casos, não tenhamos a nossa disposição um material restaurador cuja cor reproduza a cor dos dentes de um paciente e, se nos questionássemos qual a cor que deveríamos utilizar, a resposta mais provável seria: deveríamos utilizar a cor que apresentasse a menor diferença em relação à cor dos dentes naturais.

As divergências entre os autores quanto a nossa percepção da diferença de cor nos estimulou a: avaliar se há diferença entre os sexos e, entre alunos, clínicos gerais e professores na percepção da diferença de cor; se a percepção da diferença de cor varia entre as coordenadas L^* , a^* e b^* ; e, quantificar para a cada coordenada os limites de percepção da diferença de cor aceitável e inaceitável.

Em função da possibilidade de variação entre as impressões realizadas em períodos distintos, confeccionamos 1 foto de cada cor, que após ser recortada com dimensões 4 x 4 cm, originou 6 cartões coloridos de cada foto. Douglas e Brewer (1998) observaram variações de 0,4 unidades de ΔE^* entre as duas mensurações realizadas com o auxílio de um colorímetro dos corpos de prova. Paul et al. (2002) também verificaram que a mesma guia da escala de cor analisada repetidamente (80 análises em 8 dias) pelo espectrofotômetro apresentou variações de até 0,48 unidades de ΔE^* . Neste estudo a variação entre as leituras foi de 0,5 unidades de ΔE^* . Apesar de realizarmos menor número de repetições (21 análises em 2 dias) o método de confecção dos cartões mostrou-se confiável.

Melgosa et al. (2000) e Zhang e Montag (2006), observaram que a variação em apenas 1 dos atributos, luminosidades, matiz ou saturação, foi mais facilmente identificada que a variação em 2 atributos. Desta maneira, a diferença de cor entre os cartões foi obtida alterando apenas uma das 3 coordenadas, L^* , a^* ou b^* , e esperávamos ser capazes de verificar a variação em qual dimensão poderia ter

maior interferência na nossa percepção visual da diferença de cor, bem como saber se para as 3 coordenadas estes limites seriam os mesmos.

Em nosso estudo, não houve padronização no período em que os observadores participariam do experimento. O fato de que alguns participantes realizarem as seleções no período da manhã, outros no período da tarde e alguns no período da noite pode ter influenciado na seleção, pois as condições emocionais e fisiológicas podem alterar a percepção da cor (ALPERN, 1978; CARSTEN, 2003).

Ao contrário de Ragain e Johnston (2001), para este experimento não foi confeccionado nenhum dispositivo para fixar a cabeça do observador, o ângulo de visualização ou a distância de observação dos cartões. Desta forma, as discrepâncias na seleção dos cartões pelos observadores podem resultar do metamerismo geométrico. Entretanto, é preciso considerar que clinicamente, durante a seleção de cor, os cirurgiões dentistas e/ ou auxiliares têm liberdade para moverem suas cabeças e podem movimentar a cabeça dos pacientes.

Para evitarmos o metamerismo de iluminante e excluirmos as variações decorrentes de variações na qualidade de iluminação dos nossos cartões, utilizamos uma cabine de luz (MM-2e/ UV, Konica Minolta, New Jersey, EUA; FAPESP: 06/54331-4) que permite a avaliação da cor dos objetos sob iluminação padronizada e sem interferência de outras fontes de luz, já que durante todo o experimento a sala de observação permaneceu escura. Igualmente a outras pesquisas odontológicas que envolvem cor, neste estudo foi utilizado o iluminante D65 (DOUGLAS; BREWER, 1998; JOHNSTON; KAO, 1989; MELGOSA et al., 2000; RAGAIN; JOHNSTON; 2001; TEN BOSCH; COOPS; 1995; YAP et al., 1999).

Para a melhor compreensão da proposta do nosso estudo, utilizaremos um exemplo (Figura 6.1) para esclarecer o que poderia ser considerado como diferença de cor: não perceptível; perceptível e aceitável; perceptível e inaceitável.

Figura 6.1 – Restauração estética CLIV (ângulo disto-vestibulo-lingual do dente 11). A diferença de cor entre o dente e a restauração pode ser considerada: a) não perceptível; b) perceptível e aceitável; ou c) perceptível e inaceitável

Para a reconstrução adequada do ângulo disto-vestibulo-lingual do incisivo central superior é necessário não apenas restabelecermos a curvatura, o volume, a proporção mesio-distal, a altura cervico-incisal, o sulco interdental, mas é fundamental a seleção adequada de cor. Mas, como dito anteriormente, às vezes, não temos a nossa disposição um material cuja cor reproduza a cor dos dentes. Então, no nosso exemplo, poderíamos selecionar uma cor que difere da cor dental, mas que: a) não seria possível observar a interface dente/ material restaurador, ou seja, a diferença de cor não seria perceptível; b) a diferença seria aceitável, ou seja, seria possível distingui-la da cor dental, porém sem comprometimento do resultado estético; e c) a diferença seria inaceitável, ou seja, a interface dente/ material restaurador seria facilmente percebida e haveria comprometimento estético.

Neste estudo foram utilizados: 1 cartão padrão, denominado CPa; 1 cartão CPb, que não apresenta diferença de cor em relação ao cartão padrão; 3 grupos cartões, ΔL^* , Δa^* e Δb^* , compostos por 6 cartões que apresentam diferenças de cor de 1 a 6 unidades de ΔE^* em relação ao cartão CPa por variações apenas na coordenada L^* ; a^* e b^* , respectivamente. Se fizermos uma analogia ao exemplo descrito anteriormente: o cartão CPa representa o dente a ser restaurado; o cartão CPb corresponde a cor do dente; e os outros 18 cartões, as demais cores. A cada participante foi dado o cartão padrão CPa. Os cartões dos grupos ΔL^* , Δa^* e Δb^* juntamente com o cartão CPb foram apresentados aos observadores e solicitamos a eles que selecionassem o cartão que não apresentasse diferença de cor em relação ao cartão padrão CPa e, os cartões cujas diferenças de cor em relação ao cartão padrão fossem perceptível e aceitável; e perceptível e inaceitável.

Como a análise dos gráficos de percentis (Figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6) sugere que não haja diferença entre os sexos e, entre alunos de graduação, clínicos gerais e professores na percepção da diferença de cor por de variações na coordenada L^* , a^* ou b^* , apresentaremos as porcentagens de seleções dos observadores em cada grupo de cartão sem separá-los em grupos.

No grupo Δa^* , no qual as variações ocorreram somente na coordenada a^* , dos 51 participantes: 40 (78,4%) identificaram o cartão CPb como sendo o cartão que não apresentava diferença de cor em relação a CPa; 5 (9,8%) consideraram aceitável a diferença de cor de 1 unidade de ΔE^* , mas 42 (82,4%) consideraram inaceitáveis as diferenças de 1 unidade de ΔE^* .

No grupo Δb^* , no qual as variações ocorreram somente na coordenada b^* : 45 (88,2%) identificaram o cartão CPb como sendo o cartão que não apresentava diferença de cor em relação ao padrão CPa; 34 (66,7%) participantes consideraram

aceitável a diferença de cor de 1 unidade de ΔE^* ; 17 (33,3%), 20 (39,2%) e 11 (21,6%) consideraram, respectivamente, inaceitável diferenças de 1, 2 e 3 unidades de ΔE^* .

No grupo ΔL^* , no qual as variações ocorreram somente na coordenada L^* : 37 (72,5%) identificaram o cartão CPb como sendo o cartão que não apresentava diferença de cor em relação a CPa. Quando solicitamos a escolha de um cartão cuja diferença de cor em relação ao cartão padrão fosse aceitável, 16 (31,4%) consideraram variações de 1 unidade de ΔE^* aceitável, mas 17 (33,5%) consideraram esta mesma diferença de 1 unidade de ΔE^* inaceitável. Quando questionados sobre qual a diferença de cor seria inaceitável, 24 (47,1%) e 19 (37,3%) consideraram respectivamente, as variações de 1 e 2 unidades de ΔE^* , respectivamente.

Também pudemos observar, assim como Culpepper (1970), que os 51 participantes não foram capazes de duplicar suas escolhas. Os dois cartões que não apresentavam diferença de cor entre si, CPa e CPb, foram apresentados 3 vezes a cada participante, mas 17 (33,3%) observadores não os identificaram nas 3 oportunidades.

A cor de qualquer objeto é determinada pela luz que ele reflete. Entretanto, quando 2 objetos, A e B, são posicionados próximos um do outro, o matiz de A pode influenciar na percepção do matiz de B e vice-versa (MATTHEWS, 1980a; RYERSON, 1991). Ryerson (1991) exemplificou como o uso de batom vermelho poderia alterar a percepção da cor de dente uma vez que, assim como qualquer outro corpo, a cor do dente é determinada pela luz que ele reflete. Retornando ao exemplo, os lábios maquiados refletiriam a luz vermelha e esta, incidiria sobre os dentes. Os dentes, por sua vez, refletiriam parte da luz proveniente da fonte de luz e

refletiriam também parte da luz vermelha proveniente dos lábios e, como consequência, os dentes poderiam parecer mais vermelhos do que realmente seriam.

Em nosso estudo, a exceção dos cartões CPa e CPb, todos os demais cartões apresentavam diferença de cor entre si. Considerando que a cor de um cartão pode influenciar na percepção da cor de outro cartão (MATTHEWS, 1980a; RYERSON, 1991), a visualização simultânea dos cartões CPa, CPb e dos 6 cartões que apresentavam variações na coordenada L^* , a^* ou b^* podem ter influenciado na percepção dos participantes que não parearam os cartões CPa e CPb em todas as oportunidades; bem como percepção da diferença de cor.

Assim como Douglas e Brewer (1998) observamos que a percepção da diferença de cor variou nas diferentes coordenadas; há maior percepção às diferenças de cor resultante das variações em a^* que variações em b^* , visto que a variação de apenas 1 unidade no eixo a^* foi suficiente para que 36 (70,6%) dos participantes rejeitassem a diferença de cor em relação ao cartão padrão e, para a coordenada b^* , a variação de cor em 1 unidade foi considerada inaceitável para 12 (23,5%) participantes. As elipses de MacAdam inscritas no diagrama de cromaticidade confirmam este resultado; se observarmos a figura 2.16, pois notaremos que o olho humano apresenta sensibilidade diferente às diversas cores.

Bergen (1985), Davison e Myslinski (1990), Matthews (1980b) e Sproull (2001a) consideraram a luminosidade, dos 3 atributos que descrevem a cor, o mais importante. Matthews (1980b) ainda enfatizou que quando há harmonia de luminosidade, não seriam perceptíveis as diferenças entre os dentes e a restauração e que através da luminosidade os cirurgiões dentistas com deficiências na

percepção cromática selecionariam a cor sem dificuldade. No estudo de Zhang e Montag (2006) a luminosidade foi o atributo mais facilmente identificado.

Se a luminosidade é o atributo mais facilmente identificado, isto nos sugere que perceberíamos mais facilmente as variações que ocorressem neste atributo. Entretanto, semelhante ao estudo de Douglas e Brewer (1998), nos observamos maior divergência entre as opiniões dos participantes, por exemplo: 16 (31,4%) observadores consideraram variações de 1 unidade de ΔE^* aceitável, mas 17 (33,5%) consideraram esta mesma diferença de 1 unidade de ΔE^* inaceitável. Diferente do que pudemos observar nas outras coordenadas, nenhuma variação em L^* acarretou em diferença de cor em relação ao cartão padrão que pudesse ser considerada aceitável ou inaceitável por mais de 50% dos participantes.

Pela avaliação das porcentagens de seleções dos cartões, nos parece correta as afirmações feitas por Seghi, Hewlett e Kim (1989) de que há grande probabilidade de um observador perceber diferenças de cor superiores a 1 unidade de ΔE^* entre dois objetos e, de que diferenças de cor aceitáveis podem ser 2 ou 3 vezes maiores que a diferença perceptível. Também concordamos com os autores de que nossos resultados devam ser avaliados com cautela, uma vez que: as avaliações de percepção da diferença de cor foram realizadas sob fonte de luz padronizada; os dentes apresentam curvatura, depressões e saliências enquanto nossos padrões apresentam superfícies planas e lisas; muitas vezes não é possível posicionarmos a escala de cor no mesmo plano que o dente a ser restaurado enquanto no nosso estudo, todos os cartões foram posicionados no mesmo plano horizontal.

Acreditamos que este trabalho contribui para o estudo que envolve cor, pois as nossas observações sugerem que: não haja diferença na percepção da diferença de cor entre os sexos e, entre alunos, clínicos gerais e professores, como

demonstraram alguns estudos; as variações na coordenada a^* , vermelho-verde, são mais facilmente percebidas que as variações na coordenada b^* , amarelo-azul; as variações em luminosidade, L^* , não foram tão facilmente percebidas de modo que a influência deste atributo pode não ser decisiva na reprodução da cor dental como crêem alguns autores; e, outros estudos devam ser realizados para quantificar a diferença de cor aceitável e inaceitável.

7 CONCLUSÕES

Dentro das condições experimentais deste trabalho e para essa amostra, análise dos dados sugere que:

7.1 Não haja diferença na percepção da diferença de cor entre homens e mulheres

7.2 Não haja diferença na percepção da diferença de cor entre alunos de graduação, clínicos gerais e professores.

REFERÊNCIA¹

Alpern M. The eye and vision. In: Driscoll WG, ed; Vaughan W, ed assoc. Handbook of optics. New York: McGraw-Hill; 1978. cap. 12, p. 20-1.

Analoui M, Papkosta E, Cochran M, Matis B. Designing visually optimal shade guides. J Prosthet Dent 2004;92(4):371-6.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 11160 (MB 3181): Materiais opacos – Avaliação visual da diferença de cor (baseada na norma ASTM D 1729). Rio de Janeiro, 1990.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 15077: Determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental. Rio de Janeiro, 2004.

Barna GJ, Taylor JW, King GE, Pelleu GB. The influence of selected light intensities on color perception within the color range of natural teeth. J Prosthet Dent 1981;46(4):450-3.

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

Bergen SF, McCasland J. Dental operator lighting and tooth color discrimination. J Am Dent Assoc 1997;94(1):130-4.

Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. Dent Clin N Am 2004;48(2):341-58.

Burkinshaw SM. Colour in relation to dentistry. Fundamentals of colour science. Br Dent J 2004;196(1):33-41.

Caroli A. Deficiência na visualização de cores em odontologia [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.

Carsten DL. Successful shade matching – what does it take? Compend Contin Educ Dent 2003;24(3):175-85.

¹ De acordo com o Estilo Vancouver. Abreviaturas segundo as bases Medline.

Clark EB. An analysis of tooth color. J Am Dent Assoc 1931a;18(11):2093-103.
Clark EB. The color problem in Dentistry. Dent Dig 1931b;37(8):499-509.

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

Cole BL. The handicap of abnormal colour vision. Clin Exp Optom 2004;87(4-5):258–75.

Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. J Prosthet Dent 1970;24(2):166-73.

Dagg H, O'Connell B, Claffey N, Byrne D, Gorman C. The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. J Oral Rehabil 2004;31(9):900–4.

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

Davis LG, Ashworth PD, Spriggs LS. Psychological effects of aesthetic dental treatment. J Dent 1998;26(7):547-54.

Davison SP, Myslinski NR. Shade selection by color vision-defective dental personnel. J Prosthet Dent 1990;63(1):97-101.

Donahue JL, Goodkind RJ, Schwabacher WB, Aeppli DP. Shade color discrimination by men and women. J Prosthet Dent 1991;65(5):699-703.

Douglas RD. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. J Prosthet Dent 1997;77(5):464-70.

Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. J Prosthet Dent 1998;79(3):254-60.

Dozic A, Kleverlaana CJ, Aartmanb IHA, Feilzer AJ. Relation in color among maxillary incisors and canines. Dent Mater 2005;21(3):187–91.

Dozic A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, Van Der Zel J, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. J Prosthet Dent 2003;90(6):563-70.

Ethell J, Jarad FD, Youngson CC. The effect or colour defective vision shade matching accuracy. Eur J Prosthodont Rest Dent 2006;14(3):131-6.

Ferreira ATM. Metamerismo: análise da influência do iluminante no comportamento da cor de dentes naturais e materiais estéticos [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2002.

Figún ME, Garino RR. Sistema dental. In: Anatomia odontológica funcional e aplicada. 3ª ed. São Paulo: Médica Panamericana; 1997. cap. 7, p. 260-1.

Frondiest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. Int J Periodontics Rest Dent 2003;23(5):3-15.

Goodkind RJ, Loupe MJ. Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 1988. J Prosthet Dent 1992;67(5):713-7.

Goveia JC. Estudo colorimétrico da translucidez de materiais restauradores odontológicos [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

Hasegawa A, Motonomi A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color of natural tooth crown in Japanese people. Color Res Appl 2000;25(1):43-8.

Instituto Brasileiro de Amigabilidade e Usabilidades - IBRAU. Você enxerga cores normalmente? Disponível em : <http://www.ibrau.com.br/ishihara.htm> [2006 abr. 04].

Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and colorimetry. J Dent Res 1989;68(5):819-22.

Junqueira LC, Carneiro J. Órgãos dos sentidos. In: Histologia básica. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1990. cap. 23, p. 360-72.

Klemetti E, Matela AM, Haag P, Kononen M. Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter. J Oral Rehabil 2006;33(1):31-5.

Lagouvardos PE, Diamanti H, Polyzois G. Effect of individual shades on reliability and validity of observers in colour matching. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 2004;12(2):51-6.

Liebler M, Devigus A, Randall RC, Burke FJT, Pallesen U, Cerutti A, et al. Ethics of esthetic dentistry. *Quintessence* 2004;35(6):456-65.

Marcondes E. Desvio-padrão vs. percentil. *Pediatr* 1979;1:148-58.

Matthews TG. A method for shade selection (I). *Quintessence Int* 1980a;11(2):101-5.

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

McMaugh DR. A comparative analysis of the colour matching ability of dentists, dental students, and ceramists technicians. *Aust Dent J* 1977;22(3):165-7.

Melchiades FG, Boschi AO. Cores e tonalidades em revestimentos cerâmicos. *Cerâmica Industrial* 1999;4(1-6):11-8.

Melgosa M, Rivas MJ, Hita E, ViénoT F. Are we able to distinguish color attributes? *Color Res Appl* 2000;25(5):356-67.

Molecular Expression. Human vision and color perception. Disponível em: <http://www.microscopy.molecular.expression.fsu.edu/primer/lightandcolor/humanvisionintro.html> [2005 dez. 16].

Moser JB, Wozniak WT, Naleway CA, Ayer WA. Color vision in dentistry: a survey. *J Am Dent Assoc* 1985;119(4):509-10.

Narvai PC. Diagnóstico de saúde bucal. In: Manual do aluno. São Paulo; 1996, p. 39-40.

Noriega P. Ishihara. Disponível em: http://areas.fmh.utl.pt/%7Epnoriega/psicog/torneiro.htm#_Toc96508552 [2006 abr. 29].

Okubo SR, KanawaTI A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 1998;80(6):642-8.

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

Phillips RW. Materiais dentários de Skinner. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1993.

Preston JD. Current status of shade selection and color matching. Quintessence Int 1985;16(1):47-58b.

Preston JD, Bergen SF. Color science and dental art: a self-teaching program. St. Louis: Mosby; 1980.

Ragain Jr JC, Johnston WM. Minimum color differences for discriminating mismatch between composite and tooth color. J Esthet Dent 2001;13(1):41-8.

Ramalho Jr F, Santos JIC, Ferraro NG, Soares PAT. Os fundamentos da física 2 – termologia, óptica geométrica e ondas. 3ª ed. São Paulo: Moderna; 1985. cap. 9, p. 151-4.

Russell MD, Gulfranz M, Moss BW. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. J Oral Rehabil 2000;27(9):786-92.

Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mater 1987;3(5):246-51.

Ryerson NV. Introduction to color perception. Trends Tech Contemp Dent Lab 1991;8(8):43-53.

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.

Shulman JD, Maupomé G, Clark DC, Levy SM. Perceptions of desirable tooth color among parents, dentists and children. J Am Dent Assoc 2004;135(5):595-604.

Sim CPC, Yap AUJ, Teo J. Color perception among different dental personnel. Oper Dent 2001;26(5):435-9.

Sproull RS. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent 2001a;86(5):453-57.

Sproull RS. Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. J Prosthet Dent 2001b;86(5):458-64.

Sproull RS. Color matching in dentistry. Part III: Color control. J Prosthet Dent 1974;31(2):146-54.

Steagall Jr W. Contribuição para o estudo da propagação da luz através do esmalte e dentina humanos [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

Ten Bosch JJ, Coops JC. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. J Dent Res 1995;74(1):374-80.

Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. J Prosthet Dent 2002;88(6):585-90.

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(5):837-41.

Vieira GF. Avaliação da cor dos dentes em função de uma escala comercial [Tese de Livre-Docência]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1996.

Vieira GF. Estudo espectrofotométrico da cor de algumas marcas de resina composta [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1990.

Vieira GF, Agra CM, Arakaki Y, Steagall JR W, Ferreira ATM. Atlas de anatomia de dentes permanentes: coroa dental. São Paulo: Ed. Santos; 2006.

Wasson W, Schuman N. Color vision and dentistry. Quintessence Int 1992;23(5):349-53.

Westland S. Review of the CIE System of colorimetry and its use in Dentistry. J Esthet Rest Dent 2003;15(Suppl 1):S5-S12.

Wikipedia. Especto visível. Disponível em:
http://www.pt.wikipedia.org/wiki/Luz_vis%C3%Advel [2006 abr. 29].

Wikipedia. Metamerism. Disponível em:
[http://en.wikipedia.org/wiki/Metamerism_\(color\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Metamerism_(color)) [2007 jan. 13].

The World Oral Health Report – WHO. Continuous improvement of oral health in the 21st century - the approach of the WHO Global Oral Health Programme 2003. Disponível em: http://www.who.int/oral_health/media/en/orh_report03_en.pdf. [29 abr. 2006].

Wyszecki G. Colorimetry. In: Driscoll WG, ed; Vaughan W, ed assoc. Handbook of optics. New York: McGraw-Hill; 1978. cap. 9, p. 2-19.

Yap AUJ, Sim CPC, Loh WL, Teo JH. Human-eye versus computerized color matching. Oper Dent 1999;24(6):358-63.

Zhang H, Montag ED. How well can people use different color attributes? Color Res Appl 2006;31(6):445-7.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**PARECER DE APROVAÇÃO**
Protocolo 62/06

Com base em parecer de relator, o Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "Avaliação da percepção da diferença de cor em Odontologia", de responsabilidade do Pesquisador **Yuri Arakaki**, sob orientação da Professora Doutora **Margareth Oda**.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 01 de junho de 2006

Prof. Dr. **Rogério Nogueira de Oliveira**
Coordenador do CEP-FOUSP

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Trabalho: Avaliação da percepção da diferença de cor em Odontologia

Pesquisadora: Yuri Arakaki

Orientadora: Prof^a Dr^a Margareth Oda

Departamento: Dentística

Instituição: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Telefone para contato: (11) 9219 – 0626

Prezado(a) senhor(a):

- Você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa de forma totalmente voluntária.
- Antes de concordar em participar desta pesquisa é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento.
- Você pode solicitar, a qualquer momento, que as informações obtidas durante a pesquisa não sejam utilizados.
- A pesquisadora deverá responder todas as suas dúvidas antes que você se decida a participar
- Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento.

Objetivo do estudo: avaliar a percepção da diferença de cor de alunos e profissionais de Odontologia (professores de cursos de especialização em Dentística e clínicos gerais).

Procedimento: este estudo constará de 2 etapas:

- etapa 1: será apresentada 6 figuras para identificação na deficiência na visualização de cores (Teste de Ishihara). Para participar desta pesquisa é preciso identificar corretamente as 6 figuras.

- etapa 2: teste de percepção da diferença de cor que consiste de três partes. Seis cartões coloridos (1 cor de referência, 6 padrões) serão apresentados e o(a) senhor(a) escolherá os dois cartões que:

- ⇒ parte 1: a cor da referência e do padrão sejam iguais;
- ⇒ parte 2: a cor da referência difere do padrão porém a diferença seria perceptível e aceitável;
- ⇒ parte 3: a cor da referência difere do padrão, sendo a diferença inaceitável.

Benefício: maior conhecimento sobre o tema abordado. Ao senhor (ou senhora), apesar do teste com apenas 6 figuras não ser conclusivo na identificação na deficiência na visualização das cores, caso ocorra o erro ou a dificuldade de visualização de uma ou mais figuras, o(a) senhor(a) será informado(a) e será sugerido a realização do teste completo com especialista da área médica.

Riscos: os testes de identificação de deficiência na visualização de cores e de percepção da diferença de cor não representam qualquer risco físico. Porém, a dificuldade ou o erro na visualização das figuras podem causar constrangimento a você.

Sigilo: as informações fornecidas por você serão confidenciais e de conhecimento apenas da pesquisadora responsável. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Nome:	
Idade: _____ anos	Sexo: () fem. () masc.
Categoria: () aluno	() professor
() clínico geral	Tempo de experiência: _____ anos
Telefone: ()	
e-mail:	
<p style="text-align: center;">Data: ____/____/200__.</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">Assinatura</p>	

TESTE	
Figura	Resposta:
PRANCHA 1	() 12 () outro nº () não lê
PRANCHA 2	() 29 () 70 () não lê
PRANCHA 3	() 3 () outro nº () não lê
PRANCHA 4	() 45 () 5 () não lê
PRANCHA 5	() 7 () outro nº () não lê
PRANCHA 6	() não lê () 45 () 73
Resultado: () normal () deficiência	

Esquema 4.1 – modelo da ficha para cada participante