

MESTRADO INTEGRADO
MEDICINA DENTÁRIA

Seleção de cor: Comparação entre métodos visuais e métodos instrumentais

Shade matching: Comparison between visual and instrumental methods

Sofia Vitória Almeida Marques Luís

Up201703206@edu.fmd.up.pt

MI

2021



UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Medicina Dentária

MESTRADO INTEGRADO
Medicina Dentária

ANO LETIVO
2020/2021

DISSERTAÇÃO
Artigo de Revisão Bibliográfica

ÁREA CIENTÍFICA
Prótese Fixa

TÍTULO
Seleção de cor: Comparação entre métodos visuais e métodos instrumentais.

AUTORA
Sofia Vitória Almeida Marques Luís
Estudante do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

ORIENTADOR
José Mário de Castro Rocha
Professor Auxiliar da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

CONSULTOR
Pedro Ferrás da Silva Fernandes
Assistente Convidado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Dissertação submetida à Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

O meu profundo agradecimento

À minha Família,

Por fazerem sempre os possíveis para que os meus sonhos se realizem.

Ao meu namorado,

Por ser um apoio incondicional e estar presente em todos os momentos bons e menos bons.

Aos meus amigos,

Aos de longa data e a todos aqueles que tive a sorte de conhecer durante esta caminhada.

Ao Prof. Doutor José Mário Rocha e ao Mestre Pedro Ferrás,

Por aceitarem fazer parte da realização deste trabalho e por toda a ajuda prestada.

RESUMO

Introdução: A seleção de cor na medicina dentária é um procedimento fundamental e muito exigente, que pode levar a erros e a frustrações. Nos últimos anos, as expectativas dos pacientes em relação à aparência estética e natural dos seus dentes tem vindo a aumentar de uma forma acentuada o que leva o clínico a ter necessidade de estar cada vez mais na vanguarda da técnica de seleção de cor, bem como a compreender todos os seus mecanismos e metodologias. Esta seleção de cor pode ser feita a partir de métodos visuais, instrumentais ou ambos. O uso de métodos instrumentais surgiu como uma grande ajuda aos médicos dentistas para a realização deste procedimento clínico.

Objetivos: Esta dissertação teve como objetivo realizar uma comparação e obter uma conclusão fundamentada e profunda sobre os métodos visuais e instrumentais na seleção de cor das peças dentárias, bem como fazer uma breve revisão acerca dos métodos apresentados.

Materiais e Métodos: Efetuou-se uma pesquisa bibliográfica através da base de dados PubMed® obedecendo a critérios de inclusão e exclusão. Foram selecionados os artigos publicados nos últimos 11 anos, com informações relevantes face ao tema proposto.

Desenvolvimento: Foram efetuados diversos estudos com o objetivo de se chegar a uma conclusão sobre qual o melhor método para a seleção de cor das peças dentárias. Ao longo dos anos foram também melhorados os métodos já existentes, assim como foram desenvolvidos outros, de forma a tornar a seleção de cor um processo cada vez mais objetivo e mais fácil para o clínico. O método mais utilizado continua a ser o visual, com as escalas de cor, mas dentro dos métodos instrumentais existem os colorímetros, os espectrofotómetros e mais recentemente estão a ser desenvolvidos os *scanners* e a fotografia digital.

Conclusão: A literatura não é conclusiva quanto ao melhor método a utilizar aquando da seleção de cor. Contudo, há uma probabilidade muito mais elevada de

uma correta escolha de cor quando se utilizam métodos instrumentais e visuais em conjunto, uma vez que estes dois processos se complementam.

Palavras-Chave: “seleção de cor”; “métodos visuais”; “métodos instrumentais”; “escala de cor”; “espectrofotómetro”; “colorímetro”; “scanner digital”; “fotografia digital”

ABSTRACT

Introduction: Shade selection in dentistry is a very demanding yet fundamental procedure which can lead dentists to some errors and frustrations. In recent years, patients' expectations regarding the esthetic and natural appearance of their teeth have been increasing markedly, which makes dentists increasingly more in need of being at the forefront of the color selection technique as well as understanding all its mechanisms and methodologies. Shade matching can be made by using visual or instrumental methods. The use of instrumental methods has turned out a great help for dentists during this clinical procedure.

Objectives: The present dissertation aims to make a comparison and obtain a reasoned and profound conclusion about the visual and instrumental methods in the color selection of teeth as well as to make a brief revision about the presented methods.

Materials and Methods: A bibliographic research was carried out through the PubMed® database, obeying the inclusion and exclusion criteria. Articles published in the last 11 years were selected, with relevant information regarding the proposed theme.

Discussion: Several investigations were made in order to reach a conclusion about which is the best method for color selection of the dental pieces. Over the years, the existing methods were improved, and others were developed in order to make color selection an easier and objective process for the clinician. The most used method continues to be the visual with the use of color scales but within the instrumental methods there are colorimeters and spectrophotometers and more recently, scanners and digital photography are being developed.

Conclusion: The literature is not conclusive about the best method to use when selecting color. However, there is a much higher probability of a correct shade selection when using instrumental and visual methods together, as these two processes complement each other.

Key-words: “shade selection”, “visual methods”, “instrumental methods”; “digital photography”; “spectrophotometer”; “colorimeter”; “shade guide”; “digital scanner”;

Abreviaturas

CIE- *Comission International de l'Eclairage*

K- Kelvin

DSLR- Digital Single Lens Reflex

UV- Radiação Ultravioleta

IV- Radiação Infravermelha

HSB- Matiz (Hue), saturação (saturation) e brilho (brightness)

HSV- Matiz (Hue), saturação (saturation) e valor (value)

Índice

1	Introdução.....	1
2	Materiais e métodos.....	4
3	Desenvolvimento.....	6
3.1	Perspetiva histórica da cor.....	6
3.2	Processamento da cor.....	7
3.2.1	Luz.....	7
3.2.2	Elementos cromáticos objetivos da cor.....	9
3.2.2.1	Valor.....	9
3.2.2.2	Croma.....	10
3.2.2.3	Matiz.....	10
3.2.3	Elementos Cromáticos Subjetivos da cor.....	10
3.2.3.1	Translucidez.....	11
3.2.3.2	Opalescência.....	11
3.2.3.3	Fluorescência.....	12
3.3	MÉTODOS VISUAIS.....	12
3.4	MÉTODOS INSTRUMENTAIS.....	15
3.4.1	Espetrofotómetro.....	16
3.4.2	Colorímetro.....	19
3.4.3	Scanner intraoral.....	19
3.4.4	Fotografia digital.....	21
3.5	Comparação entre métodos visuais e métodos digitais.....	22
4	Conclusão.....	28
5	Bibliografia.....	29
6	Anexos.....	32

Índice de Tabelas

Tabela 1- Critérios de inclusão e exclusão	4
Tabela 2- Esquema da pesquisa bibliográfica PUBMED®	5

Índice de imagens

Figura 1 -Escala de cor VITAPAN® classical.....	15
Figura 2- Escala de cor Vita 3D Master®.	15
Figura 3- Medição de cor com o espectrofotômetro	18
Figura 4 Uso do espectrofotômetro	18
Figura 5- Medição de cor com <i>Scanner</i> Intraoral	20
Figura 6- Imagem obtida por <i>Scanner</i> Intraoral.....	20
Figura 7- Posicionamento do cartão padrão de referência cinzento	22

1 Introdução

A tentativa de reproduzir a cor exata de uma peça dentária é um dos maiores desafios na prática clínica em medicina dentária, sendo considerado tanto uma arte como uma ciência.^(1, 2)

A cor natural de um dente depende maioritariamente da cor da dentina.^(3, 4)

A estética de qualquer restauração dentária depende do *design* adequado, do contorno, da textura e da translucidez apropriadas.^(3, 4)

A consciencialização dos pacientes pela estética dentária, levou à criação de reabilitações mais agradáveis esteticamente. Por conseguinte, houve melhorias e avanços nas técnicas de produção que levaram ao surgimento de materiais dentários altamente estéticos.⁽⁵⁾

O grande desafio que constitui a seleção de cor pode criar alguma dificuldade para muitos profissionais, devido à grande subjetividade do processo. Por isso, sente-se uma crescente necessidade de um treino avançado para ir ao encontro de uma maior exigência estética por parte dos pacientes⁽⁶⁾. Esta dificuldade pode levar a resultados insatisfatórios, tanto para o paciente como para o médico dentista⁽⁷⁾. Estes problemas devem-se, em boa parte, à falta de compreensão dos sistemas de cor e das suas metodologias⁽⁴⁾. Em estudos recentes^(5, 8), chegou-se à conclusão que a falha na correspondência de cor em restaurações cerâmicas varia de 44% a 63%. Esta falha também foi descrita como sendo o segundo maior motivo para se refazer uma restauração em cerâmica.

Existem dois grandes métodos para se medir a cor: métodos visuais com o uso de escalas de cor; e métodos instrumentais (por exemplo o espectrofotómetro).⁽⁹⁾

O método mais utilizado na escolha de cor: é o método visual que utiliza escalas de cor, sendo que a escala mais escolhida é a VITA classical A1-D4®.⁽¹⁰⁾

Este método é o mais comum mas também é o mais subjetivo⁽¹¹⁾ pois é afetado por vários fatores como: saturação dentária, brilho, opalescência, reflexão da luz, fluorescência, forma, textura e proporção. Para além de todos estes fatores, também poderá ser influenciado por parâmetros relacionados com o ambiente envolvente como: luz envolvente, cores em volta (pele, gengiva, olhos, lábios), dentes adjacentes, angulação da visualização da peça dentária, fadiga do médico dentista, assim como a sua perceção cromática, género e estado emocional. ^{(3, 7, 9,}
¹²⁾ Adicionalmente, as escalas de cor utilizadas, por vezes, não estão organizadas de uma forma lógica, podendo existir uma grande sobreposição de cores, ou até a falta destas. Apesar do referido, novos estudos ^(5, 13) afirmam que as guias de cor estão gradualmente a melhorar a sua aparência visual.

De forma a seleccionar a cor de forma mais objetiva, foram desenvolvidos vários dispositivos para assistir o médico dentista, com o intuito de otimizar o processo de avaliação e seleção da cor, reduzindo também os problemas que uma escolha subjetiva acarreta. ^(3, 11)

Os métodos instrumentais que auxiliam a escolha da cor incluem: câmaras digitais, espectrofotómetros e colorímetros.^(3, 4)

Estes métodos podem quantificar a cor e permitir que a comunicação seja mais uniforme, célere e precisa, por oposição aos métodos visuais. Além disso, podem ser muito úteis na confirmação da cor escolhida visualmente, ou seja, no controlo de qualidade.^(14, 15)

No entanto, a escolha de cor com o auxílio de métodos instrumentais não é infalível. Diferenças óticas de translucidez entre os dentes e as cerâmicas dentárias podem alterar a luz padrão usada para a determinação da cor. O *software* usado durante a seleção de cor instrumental é capaz de prever algumas diferenças óticas mas é difícil de conseguir prever na sua totalidade, o que pode levar a alguns erros. Para além disso, o banco de cores disponíveis no *software* escolhido influencia também a precisão da combinação de cores.⁽⁷⁾

Devido à grande relevância clínica da seleção de cor e ao seu crescendo, os sistemas para essa escolha têm vindo a ser constantemente desenvolvidos e melhorados para que a escolha de cor seja cada vez menos afetada por fatores externos.⁽¹⁰⁾

Há vários estudos ^(1, 16, 17) que demonstram que há um maior sucesso na escolha de cor quando se utilizam métodos visuais, conjuntamente com métodos instrumentais.⁽³⁾

Com a realização desta monografia pretende-se:

- Explicar a natureza da cor e a sua perceção pelo olho humano e interpretação pelo cérebro;
- Conhecer as estruturas dos dentes naturais e as suas interações com uma fonte de luz;
- Descrever as diferentes técnicas utilizadas para a seleção de cor assim como os instrumentos utilizados;

2 Materiais e métodos

Para a realização da presente revisão bibliográfica foi efetuada uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed® (*National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine*).

Esta pesquisa teve como palavras-chave: “dental shade visual”; “dental shade instrumental”, “dental shade”, “color selection”, “intraoral scanner”, “shade selection”, “digital photography”.

Na triagem de artigos utilizados nesta dissertação foram utilizados critérios de exclusão e inclusão. Foi empregue um limite temporal de 2010 até ao presente momento; limitado aos idiomas em português, inglês e espanhol; casos clínicos; revisões sistemáticas; revisões bibliográficas; investigações e disponibilidade do texto integral.

Os critérios de inclusão e exclusão encontram-se evidenciados na tabela 1.

Foram então obtidas um total de 45 referências que se mostraram relevantes para o tema abordado.

Tabela 1- Critérios de inclusão e exclusão da pesquisa bibliográfica

Critérios de Inclusão	Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none">• Publicações nos últimos 11 anos (de 2010- até ao momento da dissertação)• Idiomas português, inglês, espanhol• Artigos referentes à temática em estudo	<ul style="list-style-type: none">• Artigos referentes à seleção de cor que não abordem a temática em causa.• Artigos sem texto integral disponível.

Tabela 2- Esquema da pesquisa bibliográfica efetuada na base de dados PUBMED®

	Resultados obtidos	Artigos relevantes	Artigos eliminados pelo resumo	Artigos eliminados pelo texto	Artigos selecionados para a revisão
Dental shade	945	33	10	10	13
Dental shade visual	147	42	11	10	21
Dental shade instrumental	26	10	6	2	2
Colour Selection AND Intraoral scanner	6	4	1	1	2
Shade selection AND digital photography	44	8	6	0	2

Adicionalmente, foram contemplados 5 artigos pertencentes às referências bibliográficas de outros trabalhos analisados.

3 Desenvolvimento

3.1 Perspetiva histórica da cor

O conceito de “cor” não é fácil de definir nem fácil de se compreender. ⁽¹⁸⁾

Em 1801, *Thomas Young* estudou a natureza tricromática da visão humana, pressupondo a hipótese de que este fenómeno seria o resultado do olho conter três mecanismos sensíveis à luz. Hoje sabe-se que este mecanismo está relacionado com a presença de células recetoras de luz na retina, os cones e os bastonetes, que absorvem a luz através de pigmentos fotossensíveis e transformam-no num estímulo para que o cérebro identifique a cor.⁽¹⁹⁾

A primeira vez que se tentou fazer uma organização de uma forma relativamente lógica das cores para peças dentárias foi em 1931, com *Clark*, que utilizou a escala de cor de *Munsell* ⁽²⁰⁾. Esta última descreveu a cor como um fenómeno tridimensional que consiste em três variáveis: Matiz/Croma/Valor que são três características fundamentais aquando da escolha da cor.⁽²¹⁾ Este sistema é um dos mais antigos para identificar essas três características e foi durante muitos anos considerado o sistema padrão para descrever a cor dos dentes, apesar de lhe faltar três variáveis muito importantes como: translucidez; fluorescência e opalescência.⁽²²⁾

No mesmo período, a *Comission International de l'Eclairage* (CIE) publicou alguns parâmetros para ajudar na avaliação da cor que se baseavam na quantificação da distribuição de comprimentos de onda. Apesar do descrito, não foi suficiente pois continha algumas irregularidades na distribuição espacial das cores.^(4, 11, 18)

Em 1976 e 1978, a *CIE* criou um espaço de cor: CIE L*a*b*. Este sistema é baseado na padronização de fontes de luz, do observador e é um espaço de cor uniforme onde distâncias iguais correspondem a diferenças de cor iguais, captadas pelo olho humano. Foi a 1ª vez que foi possível expressar a cor através de números e calcular diferenças visuais entre 2 cores, ou seja, o sistema CIE L*a*b*, que permite fazer a

quantificação da cor através da percepção visual humana. Este sistema localiza a cor específica no espaço usando 3 coordenadas (L*a*b):

- L*- que corresponde ao grau de luz de um objeto (varia de 0-100; de branco a preto);
- a*- é o valor de vermelho/verde de determinado objeto;
- b*- é o valor de amarelo/azul desse mesmo objeto.^(4, 11, 18, 20, 22)

O parâmetro L* tem mudanças de cor em comparação com os valores de a* e b*.⁽²³⁾

O sistema CIE L*a*b* teve uma base científica e é muito útil para calcular diferenças de cor, no entanto, não é um sistema fácil para se fazer a comunicação entre profissionais. Para se fazer a comunicação de determinada cor de uma maneira mais fácil utiliza-se outro sistema, o sistema HSB ou HSV que significa respectivamente: matiz; croma e valor.⁽¹⁸⁾

Adicionalmente pode-se quantificar a diferença de cor (ΔE) entre 2 objetos através de várias fórmulas, utilizadas em diversos estudos dentários, que por sua vez vão providenciar uma representação quantitativa da diferença de cor. A fórmula mais utilizada é do sistema CIE L*a*b:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{((L_i - L_j)^2 + (a_i - a_j)^2 + (b_i - b_j)^2) \cdot 0.5} \quad (24)$$

Certos estudos referem que o valor da diferença de cor (ΔE) deve ser $\Delta E < 6,7$ para que o resultado seja clinicamente aceitável. O intervalo para a percepção da cor cifra-se entre $\Delta E = 1$ e $\Delta E = 3,7$.^(5, 10)

3.2 Processamento da cor

3.2.1 Luz

A identificação de cores é baseada na percepção visual da luz refletida ou transmitida por um determinado objeto.⁽⁴⁾

Antes de tudo, os clínicos devem recordar-se de que toda a luz visível é uma forma de energia eletromagnética e difere das ondas de rádio e das micro-ondas pelo

comprimento de onda.⁽²¹⁾ A luz visível está situada numa banda do campo eletromagnético, limitada na extremidade inferior por radiação ultravioleta (UV) e na extremidade superior por radiação infravermelha (IV). Este intervalo é chamado de espectro visível.⁽²⁵⁾

Quando a luz atinge um objeto, podem ocorrer diversas interações que dependem das características do comprimento de onda da luz e do objeto, sendo que é este último que determina a distribuição, fazendo com que os seguintes fenómenos sejam observados: a transmissão de luz; a reflexão; a refração e a absorção.⁽²⁶⁾ O observador é responsável por transformar a energia destes fenómenos em impulsos nervosos, que vão ser posteriormente interpretados pelo cérebro como uma sensação cromática.^(3, 21)

A fonte de luz tem um papel fulcral na seleção de cor. Os três elementos cromáticos objetivos para a escolha de cor (matiz, valor e croma) variam significativamente de acordo com a luz irradiada.⁽²⁷⁾

Há três fontes de luz acessíveis em medicina dentária: a luz do dia (luz natural); a luz do equipamento de medicina dentária, que se encontra mais na zona do vermelho do espectro visível, comparada com a luz natural e, por fim, as luzes fluorescentes.⁽³⁾

A qualidade da fonte de luz usada na seleção de cor pode ser descrita de duas formas distintas: através da sua temperatura de cor em Kelvins (K) e através da sua distribuição espectral de energia, na energia relativa a cada comprimento de onda da luz emitida por determinada fonte. A luz natural do meio dia foi descrita como sendo a melhor condição de luz para efeitos de seleção de cor, uma vez que tem uma distribuição de luz em todo o espectro, tem compatibilidade ocular e uma temperatura de cor de aproximadamente 6500K, sendo que a melhor temperatura de cor da luz para uma correta seleção de cor varia de 5,500K e 6,500K. ^(3, 28)

O mesmo objeto quando é iluminado por 2 fontes de luz diferentes pode ter cores diferentes para cada fonte. Por essa razão é que o laboratório e o consultório de medicina dentaria devem ter uma temperatura de luz semelhante, pois a utilização

de várias fontes de luz pode provocar um efeito denominado por metamerismo- que ocorre quando um par de objetos se combinam sob uma fonte de luz, mas não coincidem sob outras fontes de luz. (3, 21, 29)

Ao contrário daquilo que se pensa, a cor não é um atributo estático, inerente aos objetos mas sim uma resposta do cérebro a estímulos eletromagnéticos e para que ocorra o fenômeno da cor, é necessária a interação e presença de três fatores interdependentes: fonte de luz; objeto e observador.(21)

A cor dos dentes naturais é o resultado da combinação de luz refletida da superfície do esmalte e da dentina. A dentina é a principal fonte de cor dentária, no entanto é modificada pela translucidez e pela espessura do esmalte. Para além disso, a cor dos dentes naturais tende a aumentar com a idade, ou seja, tende a ficar um tom mais escuro e mais amarelo.(2, 22)

3.2.2 Elementos cromáticos objetivos da cor

A cor dos dentes naturais depende de propriedades óticas do esmalte e da dentina.(3)

Para se realizar a identificação das cores, foram propostas três dimensões com diferentes níveis de relevância clínica em medicina dentária – a matiz, o croma e o valor.(30)

3.2.2.1 Valor

Em medicina dentária, o valor é a dimensão mais importante.(21)

O valor denota a luminosidade de uma cor. É limitada no seu extremo superior pela cor branca (valor mais alto e onde há 100% de reflexão de luz), que representa a cor mais clara que um determinado objeto pode ter, e a sua extremidade inferior é representada pela cor preta (valor mais baixo e onde há 0% de reflexão da luz), que representa a cor mais escura possível nesta faixa de valores.(26) (31)

Quanto maior é o valor, maior é a diferença de cor e conseqüentemente mais perceptível é essa diferença para o olho humano.⁽³²⁾

3.2.2.2 **Croma**

É o grau de intensidade de uma cor, ou seja, é o grau de intensidade ou saturação da matiz de um determinado objeto. O croma é fortemente influenciado pela espessura de um determinado material.^(21, 26, 31)

3.2.2.3 **Matiz**

É a característica que distingue as diferentes famílias de cor, ou seja, é a diferença entre azul e amarelo ou vermelho e roxo, etc. Em medicina dentária é considerada o elemento objetivo da cor menos relevante, devido à pequena variação de cores entre as peças dentárias que estão apenas limitadas (normalmente) entre o amarelo e o laranja.^(21, 31)

De acordo com um estudo efetuado em 2006 por *Park et al*⁽³³⁾, foi afirmado que o valor, croma e matiz de um objeto varia consideravelmente sob diferentes fontes de luz.⁽³³⁾

3.2.3 **Elementos cromáticos subjetivos da cor**

Os elementos ditos objetivos da cor; matiz, croma e valor, foram considerados parâmetros insuficientes para que se possa descrever com precisão os efeitos óticos observados nos objetos que permitem a transmissão de luz.⁽²⁵⁾

A translucidez, opalescência e a fluorescência são características secundárias comparativamente à matiz, croma e valor, mas que afetam a aparência dos dentes.⁽³⁾

3.2.3.1 Translucidez

A translucidez é considerada a quarta dimensão cromática mais importante e depende da distribuição espectral e da quantidade de luz que é refletida.^(3, 25)

Depois de penetrar no esmalte, os raios ultravioleta atingem a dentina e causam a translucidez, que varia desde a cor branca intensa e o azul-claro.

Os dentes naturais são mais translúcidos na zona incisal, sendo que a zona menos translúcida é na sua zona cervical.⁽³⁾

De acordo com as características naturais das peças dentárias, as resinas compostas que são utilizadas para a construção da dentina vão ser menos translúcidas, enquanto que as resinas compostas usadas para a construção do esmalte vão ser mais translúcidas.⁽²⁶⁾

3.2.3.2 Opalescência

A opalescência é uma característica conferida pelo esmalte.^(3, 25)

O efeito opalescente de uma determinada peça dentária promove o efeito arco-íris e depende da direção e da localização da iluminação à volta do dente, bem como da dispersão, difração e interferência das ondas, tornando os objetos opalescentes mais azulados quando vistos sob luz refletida e mais laranja quando vistos em luz transmitida.^(3, 25)

Esta propriedade ótica é melhor observada na parte central dos incisivos superiores, em forma de faixa azul, localizada próxima do bordo incisal que se designa por halo opalescente. Além do halo opalescente, a opalescência também dá origem a outro fenómeno ótico denominado “contra-opalescência”, responsável pela aparência laranja que pode ser observada na região da ponta dos mamelões dos dentes anteriores.⁽²¹⁾

3.2.3.3 Fluorescência

A fluorescência é um fenômeno de luminescência, ou seja, ocorre uma emissão espontânea de luz e é uma propriedade ótica de dentes naturais mas que é possível de ser igualada em cerâmicas.⁽³⁴⁾ A grande maioria dos objetos dissipam a energia luminosa absorvida como calor, mas os objetos ditos fluorescentes reemitem essa energia com um comprimento de onda mais longo e visível e numa velocidade mais rápida. A fluorescência do dente tem geralmente uma aparência azul esbranquiçada causada pela incidência do comprimento de onda UV (como acontece com a luz negra que é emitida na maioria dos clubes noturnos).⁽²⁵⁾

Cores mais claras têm uma emissão de fluorescência mais elevada, enquanto o contrário acontece em tons mais escuros.⁽³⁴⁾

A fluorescência está presente tanto no esmalte como na dentina, porém como está associada à quantidade de matéria orgânica, na dentina apresenta três vezes mais intensidade do que no esmalte.⁽²⁵⁾

3.3 MÉTODOS VISUAIS

A seleção da cor dentária através de escalas de cor é o método convencional mais utilizado e o mais comum no universo da medicina dentária. Esta escolha visual é feita através da comparação da cor do dente em causa com um leque diversificado de cores padrão (dispostas nas escalas de cor) e também fazendo uma comparação com as cores dos dentes adjacentes (funcionam como uma guia) para a combinação de cores.^(4, 20)

O olho humano é muito eficiente em detetar pequenas diferenças entre cores dos dentes através da comparação, porém, comunicar tais diferenças para o técnico de prótese dentária é complexo e pode levar a erros. A escolha da cor a partir de métodos visuais é muito subjetiva, uma vez que depende de vários fatores,

nomeadamente: da idade; da fadiga ocular; dos problemas cromáticos do observador (por exemplo, o daltonismo); diferentes intensidades da exposição luminosa, da translucidez e da superfície da estrutura observada.^(15, 24) A influência do nível de experiência é controversa. Apesar de tradicionalmente se acreditar que a experiência clínica desempenha um papel importante na correspondência da cor, existem resultados inconsistentes.⁽³⁵⁾ Há autores que afirmam que é um fator que afeta o sucesso no processo da seleção da cor, enquanto outros não observam diferenças significativas.^(16, 36) .

Certos estudos referem uma grande falta de consistência entre profissionais quando tentam fazer a correspondência perfeita da cor de determinado dente ou dentes, bem como quando o mesmo médico dentista tenta selecionar a cor para o mesmo dente em dias diferentes.^(4, 37)

A escolha visual de cor é também influenciada por fatores não dependentes do médico dentista: pelas roupas e cosméticos do paciente, tonalidade do tecido gengival, plano de fundo e equipamento de medicina dentária. ^{(3, 15) (20)} Adicionalmente, os dentes naturais têm um efeito de “camada dupla” que é criado pela translucidez do esmalte em combinação com opacidade da dentina o que cria uma tonalidade que torna a seleção visual da cor difícil.⁽²⁹⁾

Apesar de tudo isto, as escalas de cor ainda são o método mais utilizado em medicina dentária, uma vez que é económico e de rápida utilização. ^(4, 37)

Para realizar esta seleção de cor por métodos visuais, existem diversas escalas de cor no mercado, como a VITAPAN classical[®]; Vita 3D Master[®]; Ivoclar- Vivadent Chromascop[®]; Natural Color Concept[®], entre outras. No entanto, a escala de cor mais utilizada e estudada é a escala VITAPAN Classical[®].^(11, 12, 15, 16, 20, 28)

Esta escala VITAPAN Classical[®] é uma escala empírica. Está tabelada de A1 a D4, contém 16 tons que estão organizados em 4 grupos (A; B; C; D) baseados na matiz. ^(12, 24) A cada letra é aliado um número (de 1 a 4) que corresponde ao croma. ⁽³⁸⁾ Quanto maior o número apresentado mais baixo é o valor e mais alto é o croma.

Como exemplo desta situação temos a tonalidade A3 que é mais escura que a cor A2.⁽¹²⁾

O que acontece com esta escala é que se torna muito difícil fazer uma correta correspondência da cor do dente natural com as cores presentes na escala, tendo por base o mesmo croma, valor e matiz, uma vez que pode não existir essa cor perfeita na escala de cores.⁽¹²⁾ Adicionalmente, esta guia de cores tem a falta de uma distribuição lógica e adequada no espaço de cores definido pelas especificações da *CIE L*a*b**.⁽¹⁸⁾

Para combater as adversidades causadas pela guia de cores VITAPAN Classical[®] (figura 1), uma nova escala foi desenvolvida para obter uma determinação de cor sistematizada e uma melhor taxa de acerto: a Vita 3D Master[®]. Recorrendo a este sistema, o croma, a matiz e o valor têm uma descrição separada ao contrário do que acontece com a escala VITAPAN classical[®].^(12, 28, 38)

Esta escala utiliza a já conhecida terminologia de *Munsell*⁽³⁹⁾, e é baseada em factos e evidências. A organização dos tons é feita de uma maneira mais lógica e a visualização das cores presentes nesta guia difere da escala VITAPAN classical[®] em relação ao croma e valor. Para além disto o seu *design* é superior.^(24, 30)

A escala Vita 3D master[®] (figura 2) possui uma distância equidistante de distribuição das cores. Possui 26 tonalidades, utiliza o conceito de perceção de cores onde existem cinco níveis primários de diferente valor (para se fazer uma correspondência de tonalidade com maior facilidade) e três níveis, ditos secundários, de croma, matiz e saturação. O sistema de cores Vita 3D-Master[®] foi dividido em cinco grupos de acordo com o valor (1, 2, 3, 4 e 5), sendo que o 1 é o mais claro e o 5 o mais escuro, da esquerda para a direita. Dentro dos grupos, existem diferentes níveis de croma (1, 2 e 3), enquanto os níveis de matiz (M, L, R) estão presentes nos grupos 2, 3 e 4.^(4, 9, 20, 28, 31)



Figura 1 -Escala de cor VITAPAN® classical.

Fonte: Ratzmann, A *et al.* (2011) (Adaptado, sem autorização dos autores)⁽³⁸⁾



Figura 2- Escala de cor Vita 3D Master®.

Fonte: Ratzmann, A *et al.* (2011) (Adaptado, sem autorização dos autores)⁽³⁸⁾

3.4 MÉTODOS INSTRUMENTAIS

Uma exigência estética crescente e as diversas limitações na seleção de cor, através de métodos visuais, levaram a uma procura de métodos científicos mais precisos, objetivos, consistentes e com uma maior correspondência de cores, desenvolvendo-se assim os métodos ditos instrumentais.^(27, 29)

A primeira vez que se utilizou um método instrumental para se fazer a correspondência de cor de uma peça dentária foi em 1973 com *Sproull* ⁽²⁷⁾ que redefiniu o conceito da seleção de cores em medicina dentária e onde utilizou um espectrofotômetro, para estabelecer a tonalidade de um conjunto de dentes naturais. Contudo, este último foi considerado um utensílio muito volumoso, dispendioso e complexo para se utilizar no dia a dia clínico. ⁽²⁷⁾

Na prática clínica é difícil avaliar a cor dos dentes sob condições ideais, por isso, é muito útil usar dispositivos de medição de cor que consigam produzir valores constantes em qualquer condição. ⁽²⁰⁾

A seleção de cor por um meio instrumental pode ter uma série de vantagens, comparativamente à seleção de cor por métodos visuais, nomeadamente devido à sua objetividade inerente, e a uma maior independência do usuário e do ambiente envolvente na precisão e na confiança. ^(29, 30)

Atualmente, os instrumentos de seleção de cor auxiliados por computadores, onde se incluem os colorímetros, espectrofotômetros, *scanner* digitais de cores ou uma combinação destes, já estão disponíveis comercialmente para o uso clínico. Estes dispositivos realizam medições e os dados destas mesmas medições podem ser rapidamente convertidos nos elementos tricromáticos X, Y, Z ou nos valores da *Commission Internationale de l'Éclairage* $L^*a^*b^*$, no qual todas as cores visíveis podem ser descritas e quantificadas. Estes dados são posteriormente transformados nos números equivalentes da escala de cor utilizada pelo instrumento. ^(13, 29)

3.4.1 Espectrofotômetro

O espectrofotômetro é considerado um dos instrumentos mais precisos, úteis e flexíveis para a combinação de cores e é visto como o “*gold standard*” dos métodos instrumentais para a seleção de cor. ^(13, 30, 40)

Um espectrofotómetro contém uma fonte de radiação ótica, um meio de dispersar a luz, um sistema de medição ótico, um detetor e um meio de converter a luz obtida num sinal que consiga ser analisado.^(29, 41)

Estes instrumentos medem a quantidade de composição espectral de energia luminosa refletida ou transmitida de um objeto. As medições espectrofotométricas incluem a capacidade de analisar as principais componentes de uma série de espectros e a capacidade de converter dados em vários sistemas de medição de cores e limitam-se a medir a cor na faixa do espectro visível (geralmente 350-800nm). De seguida, consegue-se exportar essas informações para o sistema de cores da *Commission Internationale del'Enclairage*, que pode descrever todas as cores visíveis. Posteriormente, os dados obtidos são transformados nas cores existentes da escala de cores escolhida.^(13, 16, 18, 41)

Como os espectrofotómetros possuem uma fonte de luz interna, durante a captura, a superfície em que se realiza a medição é iluminada com esta luz padrão. Assim, o grau de precisão deste instrumento depende do instrumento utilizado, do tipo de material, da opacidade, da textura e da translucidez do objeto em que se está a fazer a medição.^(37, 42)

No entanto, estes utensílios são propensos a erros devido à posição, e contacto da sonda e do próprio instrumento, uma vez que podem ter pontas ou angulações demasiado grandes o que torna a medição de dentes posteriores difícil.⁽⁴²⁾

As superfícies dentárias não possuem uma cor uniforme em toda a sua extensão. Existem espectrofotómetros que apenas conseguem ler uma parte do dente, devido à pequena sonda de leitura provocando a chamada perda da borda dentária. Enquanto há outros que conseguem ler a cor do dente no seu todo, no entanto, estes últimos, como possuem uma sonda de leitura lisa (sem angulações como acontece nas peças dentárias) torna-se difícil ler certas zonas do dente devido à dificuldade em controlar o ângulo de medição.^(22, 29)

Existe também uma grande dificuldade de uso no exato local onde foram realizadas as medições subsequentes o que pode levar à inexatidão dos dados.⁽⁵⁾ O terço

médio da superfície vestibular dos dentes é a zona mais utilizada para a determinação da cor ⁽²⁰⁾ (figuras 3 e 4). Por fim, existem pequenas variações da superfície dentária devido à presença de abrasões e impurezas que podem influenciar as medições.⁽²⁷⁾



Figura 3- Medição de cor com o espectrofotômetro Vita Easysshade®

Fonte: Lasserre JF *et al.* (2011) (Adaptado, sem autorização dos autores) ⁽²⁷⁾



Figura 4- Uso do espectrofotômetro.

Fonte: Chitrarsu, VK *et al.* (2019) (Adaptado, sem autorização dos autores)⁽²⁰⁾

3.4.2 Colorímetro

Os colorímetros possuem uma fonte de luz, geralmente uma lâmpada D65 de xenon (uma lâmpada de xénon é uma luz branca brilhante que tenta reproduzir a luz natural do dia), fotodíodos de silício, um detetor e um conversor.^(41, 43)

Os colorímetros têm filtros vermelhos, verdes e azuis, o que potencia a aproximação da função espectral do olho humano. Após a medição destes aparelhos e após a luz refletida ser processada pelos filtros, há uma transferência de informação sobre essa mesma leitura que pode ser exposta ou sob a forma de valor da cor da guia de cor selecionada, ou são expostos os valores das coordenadas de cor do CIE L * a * b * desse objeto.^(29, 41)

3.4.3 Scanner intraoral

Os *scanners* intraorais foram introduzidos no mercado para aumentar o conforto do paciente e melhorar a comunicação médico dentista-laboratório.⁽⁴⁴⁾ (figura 5)

Estes instrumentos conseguem eliminar diversos passos das reabilitações, como as impressões orais convencionais, uma vez que ao fazer a digitalização da cavidade oral obtêm o modelo 3D podendo partilhar posteriormente essa informação com o laboratório.^(8, 44) (figura 6)

Com o avanço da tecnologia, alguns destes instrumentos são capazes de capturar imagens de impressão coloridas, informações sobre as cores dos dentes e também conseguem distinguir tecidos moles e duros. O interesse na imagem digital assistida por computador e pelos métodos digitais instrumentais para correspondência de cores e posterior comunicação têm aumentado visivelmente.⁽⁸⁾

No entanto, apesar deste tipo de instrumentos estar a ser melhorado, existem algumas variáveis que são difíceis de controlar aquando da digitalização das imagens tais como: não há um método de digitalização padrão para detetar cores com um scanner digital, durante a digitalização, pode ser difícil de controlar variáveis, como ângulo e distância de *scanner*, a fonte de luz, tecido envolvente, experiência do operador e substituição de dados devido à redundância de

digitalização. Consequentemente, este método ainda carrega algumas imprecisões que o impedem de ser uma ferramenta suficientemente fiável no processo de seleção de cor.⁽⁸⁾



Figura 5- Medição de cor com *Scanner* Intraoral.

Fonte: Reyes, J et al. (2019) (Adaptado, sem autorização dos autores)⁽³⁰⁾

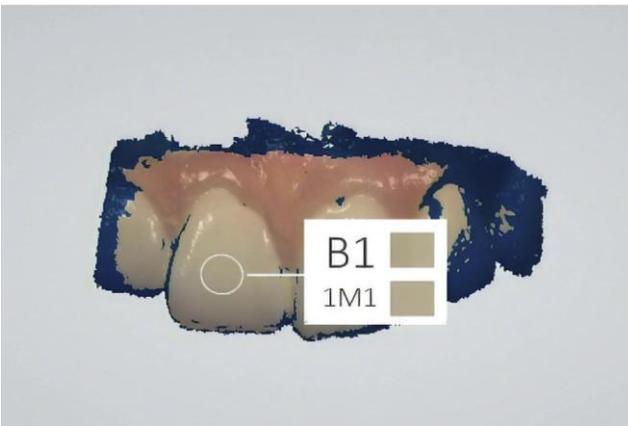


Figura 6- Seleção de cor para o terço médio do dente (imagem obtida pelo *Scanner*) usando a escala Vita 3D-Master[®] (código inferior).

Fonte: Reyes, J et al. (2019) (Adaptado, sem autorização dos autores)⁽³⁰⁾

3.4.4 Fotografia digital

A fotografia digital para a correspondência de cores, tem sido uma área cada vez mais desenvolvida e representa uma abordagem relativamente mais básica, prática e consistente para a seleção instrumental da cor, apesar de ainda ter algum grau de subjetividade. As câmaras digitais são fáceis de usar, relativamente económicas, e disponíveis na maioria dos consultórios e laboratórios dentários. Para além disto, a técnica de fotografar a peça dentária, com a cor correspondente da escala de cor, é um método que tem sido cada vez mais usado uma vez que se consegue comunicar de uma forma mais direta com o técnico do laboratório de prótese dentária, ajudando assim a replicar exatamente a cor dentária devido à sua alta qualidade de imagem. (5, 11, 23, 34, 41)

Os sistemas de fotografia digital utilizam sensores que adquirem informações da imagem vermelha, verde e azul que são usados para criar uma imagem colorida. (41) Estas imagens são posteriormente analisadas, utilizando um *software* de imagem que permite a recolha de valores das cores presentes nas imagens, que são posteriormente convertidas nos dados numéricos de cores $L^* a^* b^*$ que ajudam a determinar a cor de uma região específica do dente. (5, 43)

Existem diversas técnicas que podem ser usadas na área da fotografia digital para o seu aperfeiçoamento. Foi, por isso, sugerido adicionar um filtro de polarização cruzada para melhorar a precisão e eliminar o brilho do ambiente e a reflexão produzida a partir da luz ambiente ou saliva. (11)

Ao utilizar a técnica de polarização cruzada na fotografia digital é necessária a utilização de um objeto padrão colorido para obter resultados comparáveis. O objeto mais comum é um cartão cinzento 18% (tem um valor de reflexão da superfície de 18%). Este cartão cinzento (que se encontra entre o preto puro e o branco puro), é um objeto neutro, uma vez que os seus valores de vermelho, azul e verde são iguais. Este tom de cinzento é o mesmo tom para o qual o medidor da câmara está calibrado. Como o cartão tem valores definidos, o *software* interpreta-o como cinzento, eliminando assim o matiz da cor da figura inteira. É, por isso, usado como

referência padrão em conjunto com uma câmara digital *reflex* de lente única (DSLR) e com um programa de processamento fotográfico digital que funciona no espaço de cor $CIE L^* a^* b^*$.^(5, 34) (Figura 7)



Figura 7- Posicionamento do cartão padrão de referência cinzento próximo das peças dentárias.

Fonte: Sampaio CS, *et al* (2019) (Adaptado, sem autorização dos autores)⁽²³⁾

3.5 Comparação entre métodos visuais e métodos digitais

Na literatura científica, existem vários estudos que realizam a comparação entre os métodos visuais e os diferentes métodos instrumentais, sendo que o parecer entre os diversos autores, quanto à melhor técnica para a escolha da cor é bastante variável.

Analisando as conclusões dos diferentes estudos anteriormente descritos para a comparação entre o espectrofotômetro e o método visual, podemos retirar que:

- Alshidi *et al* ⁽⁴⁾ afirmam que o espectrofotômetro teve melhores resultados clínicos que o método visual (através do uso da escala de cor Vita 3D Master[®]).
- A mesma conclusão foi retirada no estudo de Pimentel *et al*⁽⁷⁾ e na investigação de Lehmann *et al*⁽¹²⁾ que, por sua vez, utilizaram a escala de cor VITAPAN classical[®].

- Em 2017, na investigação de Igiel *et al* ⁽¹⁶⁾, foi obtido o resultado de que embora o método instrumental tenha tido melhores resultados que o visual (VITAPAN classical[®] e Vita 3D Master[®]) estes devem ser usados em conjunto uma vez que se complementam;
- Nos estudos efetuados por Parameswaran *et al* ⁽³⁷⁾ e por Ratzmann *et al* ⁽³⁸⁾ o método visual (VITAPAN classical[®] e Vita 3D Master[®]) foi mais satisfatório que o espectrofotómetro;
- Gómez-Polo *et al* ⁽⁹⁾, que comparou o espectrofotómetro com a escala Vita 3D Master[®], afirma que são necessários mais estudos para que se consigam obter resultados satisfatórios;
- Na investigação de Pecho *et al* ⁽¹⁾ onde foi comparado o espectrofotómetro com as escalas de cor VITAPAN classical[®] e Vita 3D Master[®], afirma-se que os métodos instrumentais devem ser utilizados conjuntamente com métodos visuais para resultados mais satisfatórios.

Apesar dos resultados obtidos no estudo realizado por Alshidi *et al* ⁽⁴⁾ no qual se demonstrou que o método instrumental (através do uso do espectrofotómetro) é superior ao método visual, os métodos instrumentais não são, por si só, suficientes para a escolha de cor.⁽⁴⁾

O estudo realizado por Reyes *et al* ⁽³⁰⁾ faz uma comparação entre as escalas de cor (Vita 3D Master[®]) e o *scanner* oral. A conclusão retirada foi que o método digital obteve melhores resultados. Há ainda uma outra investigação efetuada por Brandt *et al* ⁽¹⁰⁾ onde se afirma que apesar do *scanner* ter obtido melhores resultados, são necessários mais estudos e que os métodos instrumentais devem ser acompanhados pelos visuais. Existem também publicações que para além de relacionarem as guias de cor com o *scanner* intraoral, fazem comparação com outros tipos de métodos instrumentais, como acontece nos estudos de:

- Liberato *et al* ⁽¹⁵⁾, onde é realizada uma comparação entre o método visual (VITAPAN classical[®] e VITA 3D Master[®]), espectrofotómetro e o *scanner* intraoral, concluindo-se que os métodos instrumentais obtiveram melhores resultados, sendo o scanner intraoral o mais satisfatório.

- Lasserre *et al* ⁽²⁷⁾, que comparou a câmara intra-oral, espectrofotómetro e o método visual (VITA 3D Master[®]). Neste trabalho, sugeriu que a câmara intra-oral é uma ferramenta viável por comparação ao método visual. Refere, contudo, que são necessários mais estudos que comprovem este facto.

Igiel *et al* ⁽²⁴⁾, em 2016, efetuou uma comparação entre o método visual (VITAPAN classical[®]), o colorímetro e o espectrofotómetro e concluiu que todos os métodos usados têm uma grande proximidade de valores e, por isso, são necessários mais estudos. ⁽²⁴⁾ .

Mahn *et al* ⁽¹¹⁾ relacionou a escala de cor (*Ivoclar Vivadent A-D Shade Guide*[®]) com a fotografia digital e com o espectrofotómetro. Concluiu que houve uma grande semelhança de resultados entre os 2 métodos digitais utilizados, que por sua vez foram superiores ao método visual. Contudo, a escala de cor utilizada por este autor (*Ivoclar Vivadent A-D Shade Guide*[®]) difere das escalas de cor mais utilizadas em estudos semelhantes (VITAPAN classical[®] e Vita 3D Master[®]).⁽¹¹⁾

Deve-se ter sempre em mente que o aspeto físico dos dentes humanos não é homogéneo ou padronizado. Selecionar a cor de uma nova restauração envolve mais do que enviar um 'número de cor' para o laboratório, requer o desenho de um mapa de cores para facilitar a combinação de novas restaurações com os dentes naturais adjacentes. Também requer a comunicação da forma, da textura da superfície, da translucidez e qualquer outra característica especial necessária para tornar o dente o mais natural possível (por exemplo, fissuras de esmalte, o halo incisal, pontos brancos).^(4, 27)

Tanto os métodos visuais como os instrumentais usam guias de cores como referência, que muitas vezes falham em representar fielmente a natureza policromática da cor dos dentes naturais.⁽³⁰⁾

Apesar do método visual ser o mais utilizado na prática clínica, tem diversos erros que ainda não foram superados, como: o facto de não existir uma escala de cores padrão (depende de fábrica para fábrica); a dificuldade no posicionamento (especialmente em dentes posteriores) da escala de cor junto aos dentes para que

haja a comparação de tonalidades, a subjetividade do observador, o ângulo de visualização, a luz ser mutável, a interferência das cores dos tecidos envolventes, etc.^(3, 5, 27, 29) Existem ainda outras desvantagens no uso de escalas de cor: não é possível traduzir os resultados obtidos das guias de cores para as especificações de cor da “*Commission Internationale del’Enclairage*” e nenhuma das escalas de cor disponíveis são feitas de cerâmica dentária disponível comercialmente, logo têm diferentes propriedades de reflexão e de absorção de luz.⁽³⁷⁾

Para além disto, um estudo realizado por *Yuan et al*⁽²⁹⁾ demonstrou que as escalas de cor não representam todo o espaço de cores existente na dentição humana e que são muito limitadas nesse aspeto. Desse modo, podem surgir dentes com tonalidades entre duas cores, ou seja, sem correspondência em escalas, fazendo com que o clínico seja obrigado a escolher uma cor existente na escala que mais se aproxima ao tom do dente em causa.^(20, 24, 41)

Apesar das suas lacunas, no método visual o observador percebe de uma maneira quase imediata a cor do dente no seu todo e de uma só vez, ou seja, apercebe-se de variações da cor da superfície, da translucidez, de imperfeições, tanto no dente observado como nas restantes peças dentárias. Já nos métodos instrumentais, o dispositivo de medição é afetado pela quantidade de luz que é refletida, desde a superfície que está a ser focada, até voltar para o sensor.⁽²⁴⁾

Apesar do olho humano continuar a ser o avaliador final da cor dos dentes, *Shapiro e Resk*⁽²⁷⁾ acreditam que o médico dentista não deve confiar somente numa avaliação visual da cor do dente e posterior seleção da cor em escalas de cor comerciais, mas também em fotografias, imagens e/ou outros dispositivos que possam facilitar a escolha do clínico e a comunicação com o laboratório.⁽²⁷⁾

Uma das grandes vantagens da escolha de cor através de métodos instrumentais é o facto de haver uma comunicação mais uniforme, mais precisa e mais rápida com o laboratório, uma vez que é realizada uma quantificação da cor, e existe um maior controlo das condições de iluminação.^(15, 42)

Um grande entrave para o uso dos dispositivos nos métodos instrumentais é que a maioria oferece apenas informações através da escala VITAPAN Classic[®], o que faz com que a combinação digital da cor só consiga ser tão boa quanto a melhor escala de cor existente no mercado.^{(13) (24, 29)}

Como já foi anteriormente descrito, as guias de cores não representam todo o espaço de cores dos dentes naturais. Como resultado, a tonalidade dos dentes pode não corresponder exatamente a uma cor específica caso o dente se encontre entre duas cores. Como consequência desta situação, para além do clínico (no método visual) ser obrigado a escolher a cor, com a correspondência mais próxima da tonalidade original da peça dentária, o mesmo acontece com os métodos instrumentais, uma vez que estes também são dependentes das escalas de cor.⁽²⁴⁾

Outra desvantagem da maior parte dos métodos instrumentais é que estes possuem grandes dimensões. Este facto dificulta o seu uso no dia-a-dia clínico. Para além disso, são utensílios dispendiosos e que necessitam de uma curva de aprendizagem maior, comparativamente aos métodos visuais.^{(15) (37)}

Tanto no espectrofotómetro como no colorímetro não é possível posicionar a ponta numa área relativamente estável do dente, uma vez que não é uma superfície totalmente lisa.⁽⁴³⁾ Estes instrumentos podem ser imprecisos, especialmente quando são usados em dentes naturais que são superfícies policromáticas, não uniformes e translúcidas.^(27, 43) O colorímetro não deve ser influenciado pela luz do dia nem pelo ambiente envolvente uma vez que contem iluminação padrão. No entanto, pode originar imprecisões devido ao envelhecimento da lâmpada utilizada pelo aparelho.^(10, 16, 24, 27)

Estes instrumentos têm sido usados principalmente em investigações científicas e não tanto na prática clínica não só devido à complexidade e custo do equipamento, mas também à dificuldade em usá-los no dia-a-dia clínico.⁽³⁷⁾

Na fotografia digital, a sua principal vantagem no processo de seleção de cor é que a mesma fornece todo o espectro de cores do dente ou de uma parte dele, e quando é analisada por um *software* apropriado podem fornecer-se os valores das cores em

diversos formatos. Para além disso, este método é um processo muito mais eficiente do que o uso do espectrofotómetro, do colorímetro e do *scanner* digital, não só a nível financeiro como a nível de tempo despendido.^(5, 43)

As desvantagens da fotografia digital incluem: a necessidade de usar uma câmara *Digital Single Lens Reflex (DSLR)*; a curva de aprendizagem associada ao uso do *software* da fotografia digital; ter uma distância de captura estável com uma iluminação adequada e constante e ter atenção às condições de iluminação e do ajuste de cor do ecrã das máquinas digitais. Também é essencial usar um cartão cinzento (18%), para calibrar o balanço dos brancos e obter imagens precisas e padronizadas durante a avaliação. No laboratório, o técnico de prótese dentária também terá de seguir o mesmo protocolo fotográfico para registar a imagem da restauração dentária fabricada. Cabe também ao técnico garantir que a restauração e a fotografia do dente do paciente tenham os mesmos valores $L^* a^* b^*$.^{(5) (42)}

O *software* usado durante a combinação instrumental de cores consegue prever algumas das diferenças, mas não as consegue prever na sua globalidade o que pode induzir certos erros. Para além disso, o banco de dados de cores que está disponível no *software* escolhido também influencia a precisão da seleção de cor.⁽⁷⁾

Com base em todos estes factos, grande parte dos autores defendem que os métodos instrumentais e os visuais devem ser utilizados em conjunto uma vez que se complementam e é uma forma de garantir que a cor escolhida é a mais próxima da realidade e mais precisa, tentando evitar não só erros provocados pelo observador, como também erros provocados por fatores externos.^(1, 4, 7, 10, 11, 16, 17, 27, 29, 35, 40)

4 Conclusão

A seleção de cor é uma situação clínica extremamente recorrente e de grande importância que pode ser realizada através de: métodos visuais, como é o caso das escalas de cor; métodos instrumentais, como por exemplo o espectrofotômetro, o colorímetro, o scanner digital e a fotografia digital; ou utilizando ambos os métodos (instrumentais e visuais) em conjunto.

Apesar de tanto os métodos visuais como os métodos instrumentais estarem continuamente a ser melhorados ainda há falhas que impedem a total confiança do médico dentista aquando da seleção da cor no decorrer do procedimento clínico.

O método visual continua a ser o mais utilizado clinicamente uma vez que é o mais simples de utilizar no quotidiano clínico, é mais económico, é direto e não necessita de uma curva de aprendizagem elevada. Para além disso, a escala de cor é usada tanto no método visual de uma forma mais direta, como no método instrumental uma vez que os instrumentos, após fazerem a leitura de uma peça dentária, transformam as informações obtidas num determinado valor da escala de cor.

Pode-se então concluir que não há concordância sobre qual o melhor método para a seleção de cor, uma vez que ainda não existe um procedimento totalmente fiável e à prova de erros.

5 Bibliografia

1. Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater.* 2016;32(1):82-92.
2. Alsaleh S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E. Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *J Dent.* 2012;40 Suppl 1:e82-7.
3. Śmielecka M, Dorocka-Bobkowska B. Effects of different light sources on tooth shade selection. *Dent Med Probl.* 2020;57(1):61-6.
4. Alshiddi IF, Richards LC. A comparison of conventional visual and spectrophotometric shade taking by trained and untrained dental students. *Aust Dent J.* 2015;60(2):176-81.
5. Miyajiwala JS, Kheur MG, Patankar AH, Lakha TA. Comparison of photographic and conventional methods for tooth shade selection: A clinical evaluation. *J Indian Prosthodont Soc.* 2017;17(3):273-81.
6. Mehl A, Bosch G, Fischer C, Ender A. In vivo tooth-color measurement with a new 3D intraoral scanning system in comparison to conventional digital and visual color determination methods. *Int J Comput Dent.* 2017;20(4):343-61.
7. Pimental W, Tiozzi R. Comparison between visual and instrumental methods for natural tooth shade matching. *Gen Dent.* 2014;62(6):47-9.
8. Yoon HI, Bae JW, Park JM, Chun YS, Kim MA, Kim M. A Study on Possibility of Clinical Application for Color Measurements of Shade Guides Using an Intraoral Digital Scanner. *J Prosthodont.* 2018;27(7):670-5.
9. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemin-Viñuela A, Martínez Vázquez De Parga JA. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J Dent.* 2014;42(6):742-5.
10. Brandt J, Nelson S, Lauer HC, von Hehn U, Brandt S. In vivo study for tooth colour determination-visual versus digital. *Clin Oral Investig.* 2017;21(9):2863-71.
11. Mahn E, Tortora SC, Olate B, Cacciuttolo F, Kernitsky J, Jorquera G. Comparison of visual analog shade matching, a digital visual method with a cross-polarized light filter, and a spectrophotometer for dental color matching. *J Prosthet Dent.* 2020.
12. Lehmann K, Devigus A, Wentaschek S, Igiel C, Scheller H, Paravina R. Comparison of visual shade [SEP] matching and electronic color [SEP] measurement device. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(3):396-404.
13. Zenthöfer A, Cabrera T, Corcodel N, Rammelsberg P, Hassel AJ. Comparison of the Easyshade Compact and Advance in vitro and in vivo. *Clin Oral Investig.* 2014;18(5):1473-9.
14. Perez Mdel M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent.* 2011;39 Suppl 3:e37-44.
15. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, de Almeida CC, Pimentel W, Tiozzi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. *J Prosthet Dent.* 2019;121(2):271-5.

16. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H, et al. Reliability of visual and instrumental color matching. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29(5):303-8.
17. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e2-16.
18. Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dent Mater.* 2011;27(1):97-108.
19. Milagres V, Teixeira ML, Miranda ME, Osorio Silva CH, Ribeiro Pinto JR. Effect of gender, experience, and value on color perception. *Oper Dent.* 2012;37(3):228-33.
20. Chitransu VK, Chidambaranathan AS, Balasubramaniam M. Analysis of Shade Matching in Natural Dentitions Using Intraoral Digital Spectrophotometer in LED and Filtered LED Light Sources. *J Prosthodont.* 2019;28(1):e68-e73.
21. Schmeling M. Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 1: Fundamentals of Color. *Odovtos International Journal of Dental Sciences.* 2016;18:23-32.
22. Haddad HJ, Salameh Z, Sadig W, Aboushelib M, Jakstat HA. Allocation of color space for different age groups using three-dimensional shade guide systems. *Eur J Esthet Dent.* 2011;6(1):94-102.
23. Sampaio CS, Atria PJ, Hirata R, Jorquera G. Variability of color matching with different digital photography techniques and a gray reference card. *J Prosthet Dent.* 2019;121(2):333-9.
24. Igiel C, Weyhrauch M, Wentaschek S, Scheller H, Lehmann KM. Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. *Dent Mater J.* 2016;35(1):63-9.
25. Schmeling Dds MPM. Color Selection and Reproduction in Dentistry Part 2: Light Dynamics in Natural Teeth. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences.* 2016;18(2):23.
26. Schmeling M, MA DEA, Maia HP, EM DEA. Translucency of value resin composites used to replace enamel in stratified composite restoration techniques. *J Esthet Restor Dent.* 2012;24(1):53-8.
27. Lasserre JF, Pop-Ciutrla IS, Colosi HA. A comparison between a new visual method of colour matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *J Dent.* 2011;39 Suppl 3:e29-36.
28. Mete JJ, Dange SP, Khalikar AN, Vaidya SP. Comparative study of shade matching performance of dental students under natural daylight and daylight lamp conditions. *Eur J Esthet Dent.* 2013;8(2):192-9.
29. Yuan K, Sun X, Wang F, Wang H, Chen JH. In vitro and in vivo evaluations of three computer-aided shade matching instruments. *Oper Dent.* 2012;37(3):219-27.
30. Reyes J, Acosta P, Ventura D. Repeatability of the human eye compared to an intraoral scanner in dental shade matching. *Heliyon.* 2019;5(7):e02100.
31. Olms C, Jakstat HA, Haak R. The Implementation of Elaborative Feedback for Qualitative Improvement of Shade Matching-A Randomized Study. *J Esthet Restor Dent.* 2016;28(5):277-86.

32. Pecho OE, Ghinea R, Perez MM, Della Bona A. Influence of Gender on Visual Shade Matching in Dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29(2):E15-e23.
33. Gáspárik C, Tofan A, Culic B, Badea M, Ducea D. Influence of light source and clinical experience on shade matching. *Clujul Med.* 2014;87(1):30-3.
34. Hein S, Tapia J, Bazos P. eLABor_aid: a new approach ^[1]_{SEP} to digital shade management. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(2):186-202.
35. Nakhaei M, Ghanbarzadeh J, Amirinejad S, Alavi S, Rajatihaghi H. The Influence of Dental Shade Guides and Experience on the Accuracy of Shade Matching. *J Contemp Dent Pract.* 2016;17(1):22-6.
36. Yilmaz B, Irmak Ö, Yaman BC. Outcomes of visual tooth shade selection performed by operators with different experience. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(5):500-7.
37. Parameswaran V, Anilkumar S, Lylajam S, Rajesh C, Narayan V. Comparison of accuracies of an intraoral spectrophotometer and conventional visual method for shade matching using two shade guide systems. *J Indian Prosthodont Soc.* 2016;16(4):352-8.
38. Ratzmann A, Treichel A, Langforth G, Gedrange T, Welk A. Experimental investigations into visual and electronic tooth color measurement. *Biomed Tech (Berl).* 2011;56(2):115-22.
39. Sikri VK. Color: Implications in dentistry. *J Conserv Dent.* 2010;13(4):249-55.
40. Knezović D, Zlatarić D, Illeš I, Alajbeg M, Žagar. In Vivo Evaluations of Inter-Observer Reliability Using VITA Easyshade® Advance 4.0 Dental Shade-Matching Device. *Acta Stomatol Croat.* 2016;50(1):34-9.
41. Tsiliagkou A, Diamantopoulou S, Papazoglou E, Kakaboura A. Evaluation of reliability and validity of three dental color-matching devices. *Int J Esthet Dent.* 2016;11(1):110-24.
42. Witkowski S, Yajima ND, Wolkewitz M, Strub JR. Reliability of shade selection using an intraoral spectrophotometer. *Clin Oral Investig.* 2012;16(3):945-9.
43. Yamanel K, Caglar A, Özcan M, Gulsah K, Bagis B. Assessment of color parameters of composite resin shade guides using digital imaging versus colorimeter. *J Esthet Restor Dent.* 2010;22(6):379-88.
44. Culic C, Varvara M, Tatar G, Simu MR, Rica R, Mesaros A, et al. In Vivo Evaluation of Teeth Shade Match Capabilities of a Dental Intraoral Scanner. *Curr Health Sci J.* 2018;44(4):337-41.

6 Anexos

Tabela 1- Representação esquemática dos artigos que realizam a comparação entre determinado método visual e instrumental e respetivos resultados.

Autor	Ano de publicação	Metodologia	Resultados
Igiel C, et al	2016	Comparação entre colorímetro, método visual e espectrofotómetro	São necessários mais estudos.
Liberato FW, et al	2018	Comparação entre método visual, espectrofotómetro e scanner digital	Os métodos instrumentais foram mais satisfatórios.
Alshidi IF, Richards LC	2014	Comparação entre método visual e espectrofotómetro	O espectrofotómetro foi mais satisfatório na seleção de cor embora afirme que ambos os métodos devem ser usados em conjunto.
Lasserre JF,	2011	Comparação entre método visual, espectrofotómetro e scanner digital	É necessária mais investigação.
Para Meswaram V, et al	2016	Comparação entre método visual e espectrofotómetro.	Método visual foi mais satisfatório.

Miyajiwala JS, et al	2017	Comparação entre método visual, espectrofotômetro e fotografia digital	Os métodos utilizados têm uma grande percentagem de concordância.
Mahn E, et al	2020	Comparação entre método visual, espectrofotômetro e fotografia digital	Houve uma correlação de resultados entre a fotografia digital e o espectrofotômetro enquanto o método visual teve resultados menos satisfatórios.
Lehmann K, et al	2017	Comparação entre método visual e espectrofotômetro	O método instrumental teve melhores resultados.
Gómez-Polo C, et al	2014	Comparação entre método visual e espectrofotômetro	São necessários mais estudos.
Tsiliagkou A, et al	2016	Comparação entre método visual, espectrofotômetro	Espectrofotômetro tem melhores resultados.
Ratzmann A, et al	2011	Comparação entre método visual e espectrofotômetro	A escolha de cor pelo método visual foi mais assertiva.

Reyes J, Acosta P, Ventura D	2019	Comparação entre método visual e scanner digital	O método instrumental revelou melhores resultados.
Pimentel W, Tiozzi R	2014	Comparação entre método visual e espectrofotômetro.	O método instrumental teve melhores resultados.
Igiel C, et al	2017	Comparação de método visual vs espectrofotômetro	O método instrumental obteve melhores resultados, no entanto, realça que os métodos digitais e visuais devem ser usados em conjunto.
Pecho OE, et al	2015	Comparação de método visual e espectrofotômetro	Métodos instrumentais devem ser acompanhados com métodos visuais.
Brandt J, et al	2017	Comparação entre método visual e <i>scanner</i> intraoral	Método digital com melhores resultados, no entanto, são necessários mais estudos. Devem-se usar ambos os métodos ao mesmo tempo.

DECLARAÇÃO

Monografia/Relatório de Estágio

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia/Relatório de Estágio, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

Porto, 17 de maio de 2021

A estudante



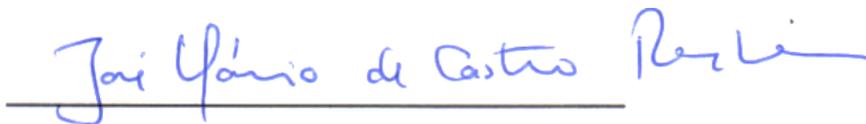
(Sofia Vitória Almeida Marques Luís)

Parecer do Orientador para entrega definitiva do trabalho apresentado

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pela Estudante Sofia Vitória Almeida Marques Luís com o título: “Seleção de cor: Comparação de métodos visuais e métodos instrumentais – Shade matching: Comparison between visual and instrumental methods”, está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

Porto, 17 de maio de 2021

O Orientador



José Mário de Castro Rocha

Professor Auxiliar da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Parecer do Consultor para entrega definitiva do trabalho apresentado

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pela Estudante Sofia Vitória Almeida Marques Luís com o título: “Seleção de cor: Comparação de métodos visuais e métodos instrumentais – Shade matching: Comparison between visual and instrumental methods”, está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

Porto, 17 de maio de 2021

O consultor



Pedro Ferrás da Silva Fernandes

Assistente Convidado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

DECLARAÇÃO
Mestrado Integrado em Medicina Dentária
Monografia/ Relatório de Estágio

Identificação do autor

Nome Completo: Sofia Vitória Almeida Marques Luís
Nº de estudante: 201703206
Email Institucional: up201703206@edu.fmd.up.pt
Email Alternativo: sofiamluis@gmail.com TLM: 917962032
Faculdade/Instituto: Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Identificação da publicação

Dissertação de Mestrado Integrado (Monografia) Relatório de Estágio

Título Completo: “Seleção de cor: Comparação de métodos visuais e métodos instrumentais – Shade matching: Comparison between visual and instrumental methods”

Orientador: José Mário de Castro Rocha

Consultor: Pedro Ferrás da Silva Fernandes

Palavras-chave: “shade selection”, “visual methods”, “instrumental methods”; “digital photography”; “spectrophotometer”; “colorimeter”; “shade guide”; “digital scanner”.

Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U.Porto: -
 X

Não Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U.Porto : _____

Autorizo a disponibilização do texto integral no Repositório da UPorto, com período de embargo, no prazo de: 6 Meses:____ ; 12 Meses:____ ; 18 Meses:____ 24 Meses:____ ; 36 Meses:____ ; 120 Meses:____

Data:19/05/2021

Assinatura: *Sofia Vitória Almeida Marques Luís*

FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

