

## **Relatório de Estágio**

Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
Instituto Universitário de Ciências da Saúde

### **Seleção de Cor em Restaurações Estéticas - Protocolo de Transmissão de Informação Clínica-Laboratório**

Juan Sampol Reus

**Orientador:**

Professor Doutor José Manuel Mendes

## Declaração de Integridade

---

### Declaração de Integridade

Juan Sampol Reus, estudante do Mestrado Integrado em Medicina Dentária do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste Relatório de Estágio.

Confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele).

Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

### DECLARAÇÃO

Eu, José Manuel Mendes, com a categoria profissional de Professor Auxiliar do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador do Relatório Final de Estágio intitulado *"Seleção de Cor em Restaurações Estéticas - Protocolo de Transmissão de Informação Clínica-Laboratório"*, do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Juan Sampol Reus, declaro que sou de parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao Júri para Admissão a provas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 19 de Outubro de 2017

O Orientador



## Agradecimentos

---

Ao meu orientador, Profº Doutor José Manuel Mendes, agradeço toda a disponibilidade e atenção na elaboração deste Relatório de Estágio.

A todos os professores, que durante o percurso académico enriqueceram o meu conhecimento.

Ao meu colega e binómio, Jaime Campins Gelabert, por todos os momentos vividos nesta “aventura” em Portugal e por ser uma excelente pessoa.

Aos meus colegas de curso e especialmente aos da minha turma por serem um grupo espetacular.

À nossa delegada, Ana Vieira, pela ajuda incondicional que ela nos deu em todos os momentos.

À minha esposa Antonia e ao meu filho Joan, por todo o apoio e paciência nestes anos, além do tempo roubado.

Aos meus pais, ao meu irmão e a minha irmã, por todo o apoio e ajuda para poder atingir os meus objetivos.

## Resumo

---

Conseguir resultados satisfatórios com restaurações estéticas recorrendo a materiais cerâmicos depende de múltiplos fatores sendo este o grande desafio para as equipas de profissionais que intervêm no processo.

Partindo da premissa que uma correta morfologia das peças a restaurar é a condição mais importante para atingir a impercetibilidade da mesma, reproduzir um dente com aspeto natural exige um conhecimento de características óticas próprias das estruturas que o constituem, como: translucidez, opalescência, fluorescência, bem como a natureza da luz, da sua perceção pelo olho humano e a interpretação pelo cérebro como uma cor.

Quando observamos o dente para a seleção de cor, o que vemos é o resultado do conjunto de todas as características mencionadas anteriormente, além do matiz, croma e valor. A destreza e o conhecimento da equipa é fundamental para a obtenção do sucesso neste processo. O médico dentista deve transmitir todas as informações necessárias, bem como realizar todas as preparações e impressões inerentes ao tipo de restauração, e o protésico interpretar essa mesma informação e elaborar uma restauração estratificada com todas as características necessárias. Daí a relevância do trabalho em equipa e do domínio dos conhecimentos de todos estes conceitos e do comportamento dos materiais restauradores. O presente trabalho tem por objetivo revisar as características óticas das estruturas coronais assim como explicar o processamento da cor a fim de estabelecer um protocolo de informações sobre cor, que seja reproduzível e que melhore a comunicação entre o clínico e o técnico de prótese dentária, tornando esta equipa mais competente.

**Palavras-Chave:** "shade matching", "ceramic"

## Abstract

---

Achieving satisfactory results with aesthetic restorations using ceramic materials depends on multiple factors and this is the great challenge for the teams of professionals involved in the process.

Starting from the premise that a correct morphology of the pieces to be restored is the most important condition to reach the imperceptibility of the same, reproducing a tooth with a natural appearance requires a knowledge of its own optical characteristics, such as translucency, opalescence, fluorescence, as well as the nature of light, its perception by the human eye and the interpretation of the brain as a color.

When we look at the tooth for color selection, what we see is the result of the set of all the features mentioned above, plus the hue, chroma and value. The team's skill and knowledge is critical to success in this process. The dentist must transmit all necessary information, as well as perform all the preparations and impressions inherent in the type of restoration, and the prosthetist interpret the same information and prepare a stratified restoration with all the necessary characteristics. Hence the relevance of teamwork and knowledge of all these concepts and the behavior of restorative materials.

The objective of the present work is to review the optical characteristics of the coronal structures as well as to explain the color processing in order to establish a color information protocol that is reproducible and that improves the communication between the clinician and the dental technician.

**Key words:** "shade matching", "ceramic"

*"Look deep into nature, and then you will understand everything better..."*

Albert Einstein

### Capítulo I – Fundamentação teórica

1.	Introdução.....	1
2.	Objetivos.....	3
3.	Metodologia.....	4
4.	Fundamentos teóricos.....	6
4.1	Teoria da Cor.....	6
4.2	Processamento da Cor.....	7
4.2.1	Fonte de Luz.....	7
4.2.2	Objeto.....	8
4.2.3	Observador.....	8
4.3	Interação da Luz Dinâmica e Relação histo-anatômica tridimensional.....	8
4.3.1	Índice de refração relativo.....	10
4.3.2	Efeito de percepção visual amplificado.....	11
4.4	Elementos da Síntese Visual.....	11
4.4.1	Elementos Objetivos da Cor.....	11
4.4.1.1	Matiz.....	11
4.4.1.2	Valor.....	12
4.4.1.3	Croma.....	12
4.4.2	Elementos de Superfície descritivos.....	12
4.4.2.1	Textura Superficial.....	12
4.4.2.2	Brilho.....	12
4.4.2.3	Lustre.....	13
4.4.3	Elementos óticos Subjetivos.....	13
4.4.3.1	Translucidez.....	13
4.4.3.2	Opalescência.....	13
4.4.3.3	Fluorescência.....	13
4.5	Materiais Restauradores.....	13
5.	Seleção de Cor.....	15
5.1	Técnica Visual.....	15



5.1.1 Escalas de cor.....	15
5.2 Técnica Instrumental.....	16
5.2.1 Espectrofotômetros.....	17
5.2.2 Colorímetros.....	17
5.2.3 Câmaras Digitais.....	18
5.3 Diversificação da Técnica de Iluminação fotográfica.....	19
5.3.1 Iluminação Reflexiva.....	19
5.3.2 Iluminação Reflexiva de Polarização Cruzada.....	19
5.3.3 Transiluminação.....	20
6. Protocolo eLABor_aid.....	21
7. Conclusão.....	30
8. Bibliografia.....	31
<b>Anexos.....</b>	<b>34</b>
Anexo A.....	35
<b>Capítulo II - Relatório de Estágio</b>	
1. Relatório das atividades práticas das disciplinas do estágio supervisionado.....	40
1.1 Estágio em Clínica Geral Dentária.....	40
1.2 Estágio Hospitalar.....	41
1.3 Estágio em Saúde Oral e Comunitária.....	42

---

# CAPITULO I

---

## 1. Introdução

---

A obtenção de restaurações dentárias com aparência natural é um dos aspectos mais desafiadores da dentisteria moderna.<sup>1</sup> A seleção de cor para o material restaurador a utilizar, é uma tarefa difícil devido às complexas características óticas dos dentes naturais.<sup>1,2</sup> As restaurações estéticas bem-sucedidas exigem a integração de vários fatores, como a percepção de cor de cada indivíduo, a fonte de luz usada para avaliação de cor, a superfície e características estruturais dos dentes e dos materiais restauradores utilizados, assim como o conhecimento de princípios básicos de percepção de cor.<sup>1</sup> Assim sendo, torna-se imperativo que o médico dentista conheça conceitos de cor, luz e características das estruturas dos dentes naturais, além dos materiais restauradores, como as resinas e cerâmicas, bem como a capacidade de comunicar claramente com os técnicos de laboratório quando um trabalho protético é necessário.<sup>1</sup>

Para a realização de uma restauração estética, duas etapas cruciais são necessárias: a seleção de uma cor, que se integrará harmoniosamente com os tecidos biológicos circundantes e, conseqüentemente, a reprodução correta dessa cor na restauração ou prótese.<sup>1</sup>

Atualmente existem dois métodos para a seleção de cor: o método visual (convencional) e o método instrumental. A determinação visual da cor, baseada na comparação através de escalas de cor, é o método mais frequentemente utilizado na consulta dentária.<sup>1,3</sup> No entanto, a seleção visual é muitas das vezes inconsistente e por isso altamente subjetiva. Isto é o resultado de múltiplos fatores como as respostas fisiológicas e psicológicas do indivíduo à estimulação de energia radiante, envelhecimento, fadiga, emoções, condições de iluminação, posição do objeto e iluminação, exposição prévia ao olho e metamerismo (fenômeno em que a cor de dois objetos parece idêntica com uma determinada fonte de luz, porém com outras condições de luz aparenta ser diferente, por exemplo, na luz solar versus luz fluorescente).<sup>1,4</sup> Além disso o olho humano pode detetar pequenas diferenças de cor e a gama de cores disponíveis nas escalas de cor é inadequada não sendo possível traduzir os resultados em especificações de cores CIE (Comissão Internacional de l'Eclairage). A seleção de cor baseada na tecnologia foi desenvolvida para minimizar os desajustes de cor durante a seleção visual.<sup>5</sup> Os instrumentos para a determinação clínica

da cor incluem colorímetros, espectrofotômetros e câmaras digitais com *software* correspondente. Os colorímetros e espectrofotômetros computadorizados para uso em dentisteria estão disponíveis há vários anos e apresentam resultados estáveis. A imagem digital para seleção de cor, é atualmente um tema de grande interesse. As câmaras digitais são fáceis de utilizar, apresentam um custo relativamente baixo e estão prontamente disponíveis na maioria dos consultórios e laboratórios. Por estas razões as câmaras digitais são consideradas um dispositivo alvo adequado e prático para o avanço da seleção de cor na dentisteria estética.<sup>6</sup>

## 2. Objetivos

---

### Gerais

- Estabelecer um protocolo de informações sobre cor, que seja reprodutível e que melhore a comunicação entre o clínico e o técnico de prótese dentária, tornando esta equipa mais competente.

### Específicos

- Explanar a natureza da cor e sua percepção pelo olho humano e interpretação pelo cérebro;
- Descrever as diferentes técnicas utilizadas para a seleção de cor assim como os instrumentos utilizados;
- Conhecer as estruturas dos dentes naturais e suas interações com uma fonte de luz;
- Demonstrar como é possível controlar os diversos parâmetros como valor, croma, fluorescência, opalescência e translucidez, para conseguir criar contrastes de luz e cor nas restaurações.

### 3. Metodologia

---

Para a elaboração da presente revisão bibliográfica foi realizada uma pesquisa no período compreendido entre Abril de 2016 a Maio de 2017, com recurso a livros, Jornais da área em questão e nas bases de dados *Pubmed* e *Science direct*.

Na triagem dos artigos foram empregues limites temporais dos últimos 18 anos e utilizados critérios de inclusão e exclusão.

Foram incluídos os artigos:

- Artigos relevantes da evidência atual acerca dos conceitos de cor;
- Artigos originais publicados entre 1999 e 2017, com idioma inglês, tipo de artigo, conteúdo do título, resumo e corpo do artigo de acordo com o tema e objetivos do presente trabalho.

Foi também realizada a pesquisa e inclusão, sempre que pertinente, da bibliografia referenciada nas obras consultadas.

Foram excluídos:

- Os artigos inacessíveis;
- Artigos cujo resumo não abordasse especificamente os temas em questão;
- Artigos escritos com um idioma diferente do inglês.

Para restringir os resultados, a pesquisa na base de dados *Pubmed* foi feita com associação das palavras-chave: "shade matching + ceramic", "tooth color + shade guides + natural teeth", "bio-emulation + dental biomimetics + dental nature", "e-LABor\_aid" e "shade matching, spectrophotometer, instrumental measurements" o que resultou num total de 85, 20, 2, 1 e 6 artigos, respetivamente, dos quais foram selecionados 11, 1, 2, 1 e 1 artigos. Na base de dados *Science direct*, foram introduzidas as palavras chave: "computer color matching + color measurements + spectrophotometers + tooth + teeth + colour" o que resultou num total de 89 artigos dos quais foram selecionados 3.

Entendemos ainda que para uma abordagem específica e atual sobre a seleção de cor haveria a necessidade de consultar o livro "Fundamentals of color: Shade matching and

communication in Esthetic Dentistry”de Chu JS, Devigus A e Paravina RD (2010), assim como o “Official Journal of the European Academy of Esthetic Dentistry (2016) de onde resultaram mais dois artigos.

A versão esquemática da metodologia, para uma melhor compreensão, encontra-se disponível em “Anexos”.

## 4. Fundamentação Teórica

### 4.1 Teoria da Cor

O conceito de cor é difícil de entender e, por isso, de difícil definição, tornando a seleção de cor um procedimento mal compreendido e imprevisível. No passado, muitos autores tentaram resolver este problema. No século XVIII, Newton tentou explicar a base científica da cor. Em 1933, Clark baseado principalmente na escala de cores Munsell de 1905, teve um papel preponderante com a primeira tentativa de organização das cores dentárias. No mesmo período, a Comissão Internacional de l'Éclairage (CIE) publicou os primeiros padrões de correspondência de cores estabelecendo alguns parâmetros científicos para a sua avaliação. No entanto, a ausência de instrumentos científicos válidos para a medição de cores não permitiu avanços significativos. Na década de 1950, as primeiras escalas de cor foram introduzidas na medicina dentária e, mesmo que ainda se baseassem na percepção individual e não em critérios científicos rigorosos, foram adotadas rapidamente pelos clínicos. Sproull no início da década de 1970 publicou uma série de artigos sobre a natureza tridimensional da cor e sua relação com as cores dentárias. Esses artigos representaram por muito tempo o "estado da arte" para a seleção de cor, no entanto várias falhas foram apontadas, considerando as escalas pobres e inadequadas tendo em conta a complexidade da cor e anatomia dentária. Com estas limitações e com o desenvolvimento da ciência e da indústria, em 1976 e 1978, o CIE desenvolveu um novo sistema, denominado CIELab\*, no qual, pela primeira vez, foi possível expressar a cor por números e calcular as diferenças entre duas cores ( $\Delta E$ ) de acordo com a percepção visual.<sup>1</sup>

Neste espaço de cores tridimensional os três eixos são  $L^*$ ;  $a^*$  e  $b^*$  (figura 1). O valor de  $L^*$  é uma medida de valor de um objeto e é quantificado numa escala, de modo a que um preto perfeito tenha um valor  $L^*$  de zero e um difusor refletivo perfeito com valor de 100. O valor de  $a^*$  é uma medida que vai dos vermelhos ( $a^*$  positivo) aos verdes ( $a^*$  negativo). O valor de  $b^*$  vai dos amarelos

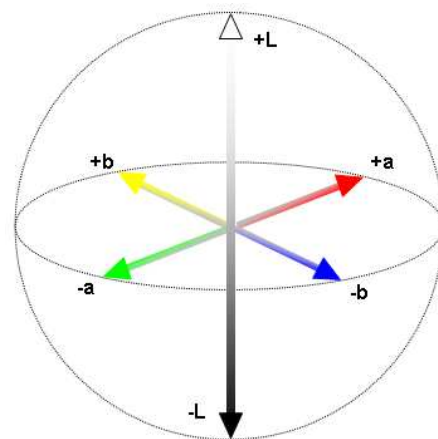


Figura 1- Espaço de cor CIELab - disponível em: <https://www.google.pt/search?q=CIE+Lab+colour+space&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjll-ellvPUAhWFsxQKHbUmCR4QsAQIPQ&biw=1366&bih=662#imgsrc=yje9aLRRATrDNM:>



(b\*positivo) aos azuis (b\*negativo). As coordenadas a\* e b\* aproximam-se de zero para cores neutras (branco, cinza) e aumentam a magnitude para cores mais saturadas ou intensas.<sup>7,8</sup> A vantagem do sistema CIELab\* é que as diferenças de cores podem ser expressas em unidades que podem estar relacionadas à percepção visual e ao significado clínico.<sup>7,8,9</sup> Neste espaço de cores, a diferença de cor entre dois objetos (L\*<sub>1</sub>, a\*<sub>1</sub>, b\*<sub>1</sub> e L\*<sub>2</sub>, a\*<sub>2</sub>, b\*<sub>2</sub>) pode ser calculada usando a seguinte fórmula:

$$\Delta E = ((L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2)^{1/2}$$

Entre os valores de diferença de cor expressos como ΔE, os valores superiores a 1 unidade são visivelmente detetáveis em 50% dos observadores humanos em condições controladas. As diferenças de cor entre 2,0 e 3,7 são visivelmente detetáveis em condições clínicas.<sup>8</sup>

## 4.2 Processamento da Cor

O fenômeno da cor é uma resposta à interação física da energia da luz com um objeto e à experiência subjetiva de um observador individual.<sup>7</sup> Sem luz, a cor não existe. Quando a luz interage com um objeto, parte da luz é absorvida por ele. O comprimento de onda que não é absorvido (isto é, os comprimentos de onda que são refletidos, transmitidos ou emitidos diretamente para o olho) são percebidos pelas células recetoras no olho (isto é, varas e cones) e reconhecidos pelo cérebro como uma cor específica. A luz que é percebida pelo olho humano está dentro do espectro de luz visível, que compreende variações de luz vermelha, verde e azul.<sup>10</sup> Em termos físicos, os comprimentos de onda da luz visível variam entre os 400-700nm.<sup>10,5</sup>

Desta forma, os principais pré-requisitos para a percepção de cores incluem três elementos variáveis: o objeto, uma fonte de luz para iluminação e um observador.<sup>7</sup>

### 4.2.1 Fonte de luz

A percepção da cor depende da qualidade da luz que ilumina o objeto. A luz natural é a fonte de luz ideal e sua avaliação mais precisa ocorre por volta do meio do dia. A hora do dia, mês e condições climáticas afetam a cor da luz solar. Se a fonte de luz mudar, a luz refletida de um objeto também muda e, desta forma, uma cor diferente é percebida. Contudo, a ausência de condições ideais levou ao uso de iluminação artificial para a seleção de cor.<sup>10</sup> As condições de luz devem permanecer invariáveis na quantidade e

qualidade, e fornecer uma intensidade de luz entre 1200 e 1500 lux, com uma temperatura de cor correlacionada de 5500K. <sup>9</sup> O Índice de renderização de cores (CRI), que mede a plenitude do espectro de luz deve ser superior a 93.<sup>10, 9</sup> Com estas variáveis a seleção de cor é melhor com uma fonte de correção de luz do que sob luz natural.<sup>10</sup>

#### 4.2.2 Objeto

A cor é uma propriedade física da luz que é modificada pelo objeto e a sua aparência depende da capacidade deste para modificar a cor da luz incidente. A cor aparece porque o material absorve a luz visível irradiada, com exceção do comprimento de onda refletido nos olhos do espectador. Um meio transparente permite que a luz visível passe quase inalterada. A dispersão da luz nos objetos (materiais) translúcidos transmite e absorve porções de comprimentos de onda da luz visível, enquanto materiais opacos não transmitem, mas refletem e absorvem vários comprimentos de onda de luz visível.<sup>10</sup>

#### 4.2.3 Observador

A identificação precisa da cor só é determinada no centro do campo visual, ou seja, o que é percebido pela fóvea. A fóvea está localizada no centro da retina e contém uma alta concentração de células cónicas, que proporcionam maior acuidade visual e percepção mais precisa da cor. A restante leitura da cor é sintetizada pelo córtex visual do cérebro. Portanto, a leitura de cor mais precisa é obtida pelo olho humano quando a pupila é aberta o suficiente para expor completamente os cones na fóvea. Isso é conseguido mantendo uma intensidade de iluminação de 150 a 200 fc, (foot-candles) conforme verificado por um medidor de luz, o que facilita a análise e a seleção precisa da cor.<sup>10</sup>

### 4.3 Interação da Luz Dinâmica e Relação histo-anatômicas tridimensional

A compreensão da propagação da luz dentro das estruturas coronais é um pré-requisito para se perceber a cor de um dente, no entanto, é também primordial dominar a distribuição espacial das relações histo-anatômicas tridimensionais quando pretendemos a emulação dentária restauradora. <sup>11</sup>

Quando a luz encontra um dente, podem descrever-se quatro fenómenos associados às interações do dente com o fluxo luminoso:<sup>7</sup>

(1) Transmissão especular da luz através do dente;

- (2) Reflexão especular na superfície;
- (3) Reflexão da luz difusa na superfície;
- (4) Absorção e dispersão de luz nos tecidos dentários.

A cor do dente resulta essencialmente da dispersão do volume de luz, isto é, a luz iluminante segue caminhos de luz altamente irregulares através do dente antes de emergir na superfície de incidência e atingir o olho do observador. A cor não branca é predominantemente resultado da absorção ao longo desses comprimentos de onda e do coeficiente de absorção dos tecidos dentários.<sup>7</sup>

Do ponto de vista ótico na luz ambiente, o esmalte pode ser considerado isotrópico (i.é, apresenta sempre o mesmo comportamento independentemente da direção), apresenta uma dispersão aleatória, sendo o gradiente visual expresso na direção vertical (cervical/incisal) devido à variação da espessura. O coeficiente de dispersão aumenta com comprimentos de onda mais curtos. A luminosidade é regulada predominantemente pelas propriedades do esmalte.<sup>11</sup>

A dentina pode ser considerada anisotrópica (apresenta um comportamento diferente dependendo da direção) e apresenta uma dispersão multidirecional, isto é, o gradiente visual é expresso numa direção radial devido aos atributos dos túbulos dentinários, que são grandes e densos, e numa direção horizontal (cervical/ médio/incisal) devido à variação de espessura e índices relativos refrativos (RRI) diferentes. O coeficiente de dispersão não muda significativamente com o comprimento de onda, pois esta não é tão mineralizada. As propriedades da dentina determinam também o matiz e o croma, mudando dinamicamente ao longo do tempo à medida que ocorre a deposição secundária. Em alguns casos, como no desgaste severo do bordo incisal, a dentina pode ser invadida de tal forma que os cromóforos externos se tornam facilmente absorvidos, ocorrendo infiltrações e alteração da coloração. A dentina, devido à sua opacidade, fornece e estabelece uma linha de base para o valor.<sup>11</sup>

Abaixo do DEC (complexo dentino-esmalte) a dispersão é diminuída devido à densidade que é baixa e ao pequeno tamanho dos túbulos em comparação com a dentina adjacente. Além disso a quantidade de dispersores não é significativa. No DEC, ocorre uma difusão de luz lateral elevada chamada de "camada de vidro" ou "zona de brilho" devido ao interior aprismático, e à orientação uniforme dos cristais de hidroxiapatita. Desta forma, conclui-se que a variação regional da orientação dos túbulos dentinários afeta a transmissão de

luz. A dentina superficial é mais translúcida e a profunda é três vezes mais opulenta. Da mesma forma, a dentina cervical é muito transmissora, a dentina média é moderada e a incisal é baixa.<sup>11</sup>

No que diz respeito ao envelhecimento dinâmico a um nível macroestrutural, o esmalte passa por uma redução de volume devido ao desgaste funcional, pela abrasão mecânica e erosão química, tornando a superfície externa muito-polizada<sup>11</sup> e o bordo incisal com menor translucidez.<sup>12</sup> Ao contrário da dentina, em que o seu volume aumenta devido à deposição de dentina secundária e terciária<sup>11</sup> o que torna o dente mais amarelado.<sup>12</sup> Importante referir de igual forma, que o esmalte apresenta contornos convexos, robustos e arredondados proporcionando resistência às cargas mastigatórias e oclusais. A dentina, por seu turno, apresenta um relevo côncavo, proporcionando um suporte estável para o revestimento do esmalte.<sup>13</sup>

Ao nível microestrutural, o esmalte sofre uma redução significativa na porosidade pois ocorre uma maturação pós-eruptiva por hipermineralização e homogeneização levando ao alongamento dos cristais de hidroxiapatita. De forma homóloga, a hipermineralização da dentina origina-se por obliteração tubular natural, tornando a dentina mais translúcida ao longo do tempo.

Devido a este ciclo dinâmico de eventos, o esmalte juvenil, que é mais espesso, possui uma superfície texturizada e é composto por cristais de hidroxiapatita pequenos, que parecem ser brancos translúcidos (maior valor) devido a mais dispersão de luz, enquanto o esmalte adulto (e sénior) que é mais fino, caracteriza-se por uma superfície polida e compõe-se de cristais de hidroxiapatita grandes, parecendo mais cinza transparente (menor valor) devido à menor dispersão de luz.

#### 4.3.1 Índice de Refração Relativo (RRI)<sup>11</sup>

O desvio que a luz sofre quando passa de um meio para outro, depende da velocidade da luz nos dois meios. A grandeza física que relaciona as velocidades nos dois meios denomina-se índice de refração relativo, que é definido como a razão entre a velocidade da luz no primeiro meio e a velocidade da luz no segundo meio. O RRI é variável dependendo do conteúdo mineral do esmalte e da dentina. Quanto mais mineralizado, maior o RRI. No esmalte, o RRI é de 1,63, na dentina é de 1,54 (dentina cervical: 1,60; dentina média: 1,56; dentina incisal: 1,49) e no DEC é de 1,43. A orientação estrutural e a

disposição dos prismas de esmalte não tem um efeito significativo na atenuação da luz. Contrariamente à dentina, em que a orientação estrutural e a disposição dos túbulos dentinários desempenham um papel significativo no RRI.

Para estimar os valores dinâmicos de IOT para o esmalte e para a dentina, nos diferentes níveis de maturação dos tecidos, são necessárias pesquisas adicionais. Conhecer a IOT dinâmica e o grau de translucidez e opacidade das resinas e das cerâmicas com espessuras específicas, permitirá aos clínicos e técnicos elaborar estratégias de forma a realizar uma redução dentária adequada para atingir os objetivos específicos que são necessários.<sup>11</sup>

#### 4.3.2 Efeito de percepção visual amplificado<sup>11</sup>

Existe uma distorção ótica de ampliação e proximidade espacial dos mamelões dentinários, devido à forma convexa, similar a uma lente, do esmalte, unida ao IRR de 1,63. Esta ilusão ótica é atenuada em parte pela natureza birrefringente do esmalte, ocultando detalhes e com uma aparência de rede nebulosa. A dentina também exhibe propriedades de ampliação devido ao avanço radial divergente dos túbulos dentinários quando a luz é refletida internamente dos estratos mais profundos.

### 4.4 Elementos da Síntese Visual

Os elementos estruturais coronais, como a dentina, DEC (complexo dentino-esmalte) e o esmalte, embora translúcidos por natureza, podem ser classificados quanto à interação de luz dinâmica relativa e à expressão ótica única. Esta interação de luz dinâmica gerará a síntese visual que é influenciada por nove elementos: matiz, croma e valor (elementos objetivos); textura de superfície, brilho e lustre (elementos descritivos); e translucência, opalescência e fluorescência (elementos subjetivos).<sup>11</sup>

#### 4.4.1 Elementos Objetivos da cor

##### 4.4.1.1 Matiz<sup>11</sup>

Matiz é definido como o nome que distingue uma família de cores de outra. É especificado como o intervalo dominante de comprimentos de onda no espectro visível

que produz a cor percebida. A cor básica da dentina determina principalmente a tonalidade de um dente. Matiz pode ser considerada a qualidade do pigmento.

#### 4.4.1.2 Valor <sup>10,11</sup>

O valor é definido como relativa clareza ou escuridão de uma cor ou como a luminosidade do objeto. A luminosidade de qualquer objeto é uma consequência direta da quantidade de energia de luz que o objeto reflete ou transmite. *Munsell* descreveu o valor como uma escala de cinza, de branco a preto. Objetos brilhantes (alto valor) têm quantidades mais baixas de cor cinza e os objetos de baixo valor têm quantidades maiores de cinza e aparecem mais escuras.

#### 4.4.1.3 Croma <sup>10,11</sup>

Croma é definido como a saturação, intensidade ou força da tonalidade. Ao contrário do valor, que ocorre independentemente da tonalidade, o croma só está presente quando há matiz. A cromaticidade é uma especificação objetiva da qualidade de uma cor, independentemente do seu valor, ou seja, conforme determinado pela tonalidade e croma, e é prontamente visualizada através de fotografia reflexiva de polarização cruzada, como descrito posteriormente.

### 4.4.2 Elementos de superfície descritivos:

#### 4.4.2.1 Textura superficial <sup>11</sup>

A textura superficial descreve as características físicas da superfície do esmalte, sendo direcional (lobos de desenvolvimento verticais/cumes cervicais horizontais) e estrutural (periquimáceas). A adaptação contínua da textura superficial é responsabilidade da microestrutura inerente à erupção e dos subsequentes processos físicos e químicos que a modificam: desgaste, abrasão e erosão.

#### 4.4.2.2 Brilho <sup>11</sup>

O brilho é uma característica da interação da luz com a superfície do esmalte. Está relacionado com a capacidade do dente refletir a luz num aspeto especular (isto é, observa-se uma aparência brilhante nos contornos convexos polidos do dente) ou num aspeto difuso (em que nas depressões côncavas se observa um aparência mate).

#### 4.4.2.3 Lustre <sup>11</sup>

O lustre descreve a correlação qualitativa da aparência visual produzida pela reflexão da luz com a superfície do esmalte. Também conhecido como brilho de contraste, o lustre pode ser um pouco subjetivo, expresso em termos relativos, tais como acetinado, nacarado, metálico, semelhante ao vidro.

#### 4.4.3 Elementos óticos subjetivos:

##### 4.4.3.1 Translucidez <sup>10,11</sup>

A translucidez é definida como um gradiente entre a transparência (transmissão completa da luz) e a opacificação (reflexão completa da luz). A transmissão de luz do esmalte mostrou-se específica do comprimento de onda, relacionada à idade e é influenciada pelo seu estado de hidratação. Uma diminuição da translucidez durante a desidratação é explicada como resultado de uma diferença aumentada nos índices de refração entre os prismas de esmalte e o meio circundante quando a água é substituída pelo ar.

##### 4.4.3.2 Opalescência<sup>11</sup>

Conhecida como o efeito de dispersão *Rayleigh*, a opalescência é uma característica do esmalte dentário que demonstra esse efeito dicróico, que é causado pela dispersão de partículas com dimensões típicas muito menores do que o comprimento de onda da iluminação utilizada.

##### 4.4.3.3 Fluorescência <sup>11</sup>

O esmalte e a dentina possuem propriedades fluorescentes, no entanto, a dentina exhibe três vezes a intensidade do esmalte sobre a secção longitudinal, emitindo uma luminescência branco-azul após a excitação, conferindo vitalidade e brilho adicionais à aparência do dente natural em ambientes ricos em UV. O DEC também exhibe uma fluorescência elevada devido à composição rica em colagénio, altamente reticulada.

#### 4.5 Materiais restauradores

A escolha do material restaurador é extremamente importante para obter uma cor precisa.<sup>2,10</sup>

Vários fatores afetam a capacidade de reprodução de cor de um sistema cerâmico como por exemplo, o substrato subjacente, o agente de cimentação e o tipo, espessura e translucidez do material utilizado.<sup>1,2, 14,-16</sup> Geralmente, a espessura das facetas cerâmicas varia de 0,5 a 1,0 mm. Quanto menor a espessura, maior a translucidez dos materiais cerâmicos, refletindo mais a cor do substrato subjacente.<sup>1,2,14</sup>

Os cimentos resinosos de cimentação influenciam igualmente a cor final das restaurações dependendo sobretudo da espessura da cerâmica.<sup>14</sup> Os cimentos translúcidos não afetam geralmente a cor, porém, não mascaram um substrato subjacente mais escuro.<sup>2,17</sup>

Xing W et al, 2017 referem ainda que os valores médios de diferença de cor ( $\Delta E$ ) na região do corpo foram significativamente menores do que na região cervical e incisal, o que sugere que os clínicos devem prestar atenção à cor das regiões cervical e incisal.<sup>14</sup>

Um estudo de Douglas e Przybylska, 1999, refere que os sistemas total-cerâmica semi-translúcida são melhores para obter combinações clínicas de cores com espessuras reduzidas (cerâmica 1,0 mm) do que as metalo-cerâmicas e as cerâmicas semi-opacas. No entanto, o aumento de espessura dos sistemas total-cerâmica semi-translúcida não melhorou a combinação de cor. Foi ainda estudado que as diferenças de cor entre as escalas e os espécimes de cerâmica foram em grande parte devido a diferenças no valor de  $L^*$  (70% de variância), seguido de diferenças em  $b^*$  (29% de variância). Os elementos cromáticos estavam dentro da gama de aceitabilidade.<sup>15</sup>

As propriedades óticas únicas da zircônia introduziram novas oportunidades para obter uma estética superior, porém alguns estudos referem que o seu uso não melhorou a aparência estética, já que a sua cor branca e baixa translucidez limitam a possibilidade de imitar o aspeto natural de um dente e requer camadas de cerâmica feldespática.<sup>1</sup> A cerâmica de dissilicato de lítio apresenta uma habilidade menor de mascaramento sobre o substrato dentário mais escuro.<sup>2,18</sup>

A cerâmica é considerada o material de referência para a reabilitação protética, porém não é fácil de manusear e a excelência estética é difícil de obter. Por estas razões, o jogo de cor com as cerâmicas é muitas das vezes considerado mais artístico do que científico.<sup>1</sup>



## 5. Seleção de Cor

---

A determinação de cor na medicina dentária pode ser obtida de uma forma visual (convencional) e/ou instrumental.<sup>1,5,7,19</sup>

### 5.1. Técnica visual

A determinação visual da cor do dente do paciente é o método mais frequentemente aplicado na medicina dentária<sup>1,5,6,7</sup> e é baseado no sistema de cores *Munsell*, cujos parâmetros são representados em três dimensões, matiz, valor e croma.<sup>7</sup> No entanto, esta forma de seleção de cor é inconsistente pois a sua avaliação depende das respostas fisiológicas e psicológicas do observador à estimulação de energia radiante. Estas inconsistências podem resultar de fatores não controlados, como fadiga ocular, envelhecimento, condições de iluminação,<sup>7</sup> emoções, exposição anterior ao olho, posição do objeto e metamerismo.<sup>5,19</sup>

#### 5.1.1 Escalas de Cor

A técnica visual requer a utilização de escalas de cor. Em 1956, foi introduzido no mercado, o primeiro guia de cor de grande difusão, criado pela *Vita Zahn-fabrik*, a fim de medir a cor dos sistemas cerâmicos. Essa escala de cor, tornou-se uma referência amplamente adotada e permaneceu praticamente não modificada até aos dias de hoje. Atualmente denominada *Vitapan Classical*, esta escala consiste em 16 abas dispostas em quatro grupos (A-D) de diferentes matizes. Dentro de cada grupo, o valor e o croma são identificados por um número. À medida que o número aumenta, o valor diminui e o croma aumenta. Esta escala de cor difundida em todo o mundo tem a vantagem de ser de fácil utilização, rápida e económica<sup>7</sup>, porém não tem uma distribuição lógica e adequada no espaço de cores conforme definido pelas especificações CIE Lab\*. O mesmo acontece com a escala de cores da *Ivoclar-Vivadent Chromascop*.<sup>1</sup>

No final da década de 1990, o sistema CIE Lab\* foi incorporado pela primeira vez em guias de cor dentária com o desenvolvimento da escala de cor *3D Vitapan 3D-Master*. Este sistema consiste em 11 conjuntos de amostras compostas de nefelina de feldspato e pigmentos cerâmicos de alta temperatura da família das cerâmicas *Vita*.<sup>1</sup>

O guia *VITA 3D-Master* permitiu uma distribuição de cores mais ordenada, com base em critérios científicos, dentro do espaço natural de cor do dente e uma medida de cor objetiva e numérica, de acordo com o princípio de ordem colorimétrico CIE Lab\*, em vez da simples observação dos aspectos do tecido natural. Apesar disso, a sua adoção em medicina dentária foi inicialmente limitada, pois o seu uso exigiu uma educação adicional em termos de conhecimento de cores. A fim de facilitar o trabalho clínico de rotina, o fabricante introduziu recentemente o *Linearguide 3D-Master*. Este não é um novo guia de cor, mas um arranjo diferente das mesmas abas de cor da escala *Vitapan 3D-Master* que parece atender melhor às necessidades dos clínicos em termos de facilidade de uso, deixando assim a distribuição de cores 3D tradicional no espaço de cores não modificado.<sup>1</sup> Apesar da grande variedade de escalas e de ser um dos métodos mais utilizados, estudos afirmam que as diferentes escalas de cor, produzidas pelo mesmo fabricante, apresentam variabilidade nos parâmetros básicos de cor, o que mais uma vez prova a falta de precisão e não uniformidade do método convencional.<sup>5,6,20</sup>

## 5.2 Técnica instrumental

A análise de cores através da técnica instrumental têm vantagens potenciais sobre a determinação visual da cor porque as suas leituras são objetivas, podem ser quantificadas, são mais rapidamente obtidas e não dependem da experiência do examinador e das condições ambientais.<sup>9</sup> Espetrofotômetros, colorímetros e câmaras digitais são os instrumentos utilizados para a determinação da cor.<sup>5,19</sup> No entanto, eles não são à prova de erros. Na medicina dentária, os resultados de um dispositivo colorimétrico podem ser alterados porque a luz iluminadora padronizada emitida pelo dispositivo pode ser espalhada, absorvida, transmitida, refletida e até mesmo deslocada em direção lateral devido às propriedades óticas translúcidas de dentes e cerâmicas dentárias. Além disso alguns dos modelos disponíveis no mercado são muito caros e para que esta abordagem seja eficiente, o laboratório também deve ter o sistema.<sup>9,20</sup>

Vários estudos concluíram que existem diferenças entre seleções de cor pelo método visual e instrumental. A seleção de cor a partir de um espectrofotômetro é a mais precisa (capacidade de repetibilidade ao longo do tempo) e exata (capacidade de fornecer a cor correta). Embora a seleção de cor visual seja inconsistente, este método não é necessariamente inferior às medições colorimétricas em termos de precisão.<sup>21,22</sup> Chen, et

al. referem ainda que a imagem digital tem um grande potencial para a medição de cores em termos de exatidão.<sup>21</sup>

### 5.2.1 Espectrofotômetros

Os espectrofotômetros estão entre os instrumentos mais precisos, úteis e flexíveis para a seleção de cor na medicina dentária. Eles medem a quantidade de energia da luz refletida a partir de um objeto em intervalos de 1 a 25 nm ao longo do espectro visível (350-800nm),<sup>9,19,21</sup> e comparam os dados obtidos com a base de dados armazenada de escalas de cor para selecionar a melhor correspondência. Os dados espectrais recolhidos podem ser traduzidos em coordenadas no espaço de cores CIE L\*a\*b\*.<sup>9</sup>

Comparado com as observações do olho humano, ou com as técnicas convencionais, verificou-se que os espectrofotômetros ofereceram um aumento de precisão de 33% e uma seleção de cor mais objetiva em 93,3% dos casos.<sup>19</sup>

Na última década, os avanços na indústria eletrônica e nas tecnologias de fibra ótica permitiram o desenvolvimento destes equipamentos. Estes, podem variar em função dos *softwares* que apresentam e podem ser usados em conjunto com imagens das câmaras digitais.<sup>1</sup>

O *SpectroShade (MHT)* é um espectrofotômetro desenvolvido para uso clínico que combina imagens digitais com análise espectrofotométrica e é um dos mais representativos dos vários instrumentos.<sup>1</sup> Outros instrumentos estão também disponíveis no mercado como o *Easysshade Compact* (Vita Zahnfabrik), o *Crystaleye*.<sup>1,19</sup>

Os espectrofotômetros são, atualmente, suficientemente desenvolvidos para ajudar os clínicos na seleção de cor, no entanto, ainda não consigam substituir completamente a avaliação visual e, por isso, sempre que possível devem ser utilizados ambos os métodos pois complementam-se e podem levar a um resultado estético previsível.<sup>1</sup>

### 5.2.2 Colorímetros

Os colorímetros são um instrumento relativamente simples e de baixo custo projetado para medir a cor com base em três eixos ou estímulos usando um filtro que simula o olho humano. Estes dispositivos são considerados inferiores aos equipamentos de varredura como espectrofotômetros devido à incapacidade de combinar as funções padrão do observador.<sup>19,20</sup> No entanto, devido à sua natureza sensível e consistente, esses

dispositivos podem ser usados para controle de qualidade.<sup>20</sup> O cromatógrafo *ShadeEye NCC* é exemplo de colorímetro tristímulus. O sistema *ShadeVision* é um dispositivo que combina tecnologia digital de imagens a cores com tecnologia de filtragem colorimétrica.<sup>19</sup>

### 5.2.3 Câmaras Digitais

O uso da fotografia digital desempenha um papel cada vez mais importante na medicina dentária, como uma ferramenta eficaz para a comunicação entre médico dentista e técnico de laboratório,<sup>21,23</sup> pois para além de capturar a cor, transmite informações como forma, textura, translucidez e detalhes policromáticos do tecido circundante.<sup>9,21</sup> Contudo, os protocolos de padronização em termos de aquisição de imagem e análise objetiva permaneceram ambíguos. Através da utilização de fotografia digital de luz polarizada refletora com um cartão cinzento normalizado de balanço de brancos que serve como referência conhecida, em conjunto com um perfil de câmara de reflexo digital (DSLR) e um *software* de processamento de fotografia digital que trabalha no espaço de cores CIEL\*a\*b\*, pode-se conseguir uma aquisição de imagem padronizada e subsequente análise de uma imagem objetiva.<sup>6,9</sup>

Percebendo-se o potencial da correspondência de cores assistida pelo método digital, vários estudos foram realizados a fim de investigar a confiabilidade e exatidão deste método.

As diferenças entre as medidas obtidas nos diferentes métodos estudados devem estar dentro do limiar clinicamente aceitável, o que indica que a diferença numérica nos valores de  $\Delta L^*$  tem de ser  $<2.0$ . Este parâmetro é o mais significativo porque o olho humano pode detetar mudanças no valor mais rapidamente do que mudanças no matiz.

A diferença numérica total no  $\Delta E^*$  deve ser menor do que o limiar aceitável, que na maioria dos estudos é considerada ser entre 3.3 e 3.7 unidades.<sup>9</sup>

Sluzker *et al.*, em 2011 concluíram que o método digital foi capaz de fornecer avaliações de cor reproduzíveis com diferenças de cor ( $\Delta E$ ) de apenas 0,1 unidades entre as duas medidas.<sup>24</sup> Denissen e Dozic, também obtiveram  $\Delta E$  inferiores a 0,5 unidades entre várias medidas com a imagem digital.<sup>25</sup>

### 5.2.3.1 Diversificação de técnicas de iluminação fotográfica

Ao longo da última década, tem havido um profundo interesse em técnicas fotográficas alternativas destinadas a aumentar a precisão e objetividade da avaliação da cor dentária e comunicação laboratorial. A fim de minimizar o erro dependente do usuário na prática clínica futura, é necessário desenvolver modalidades de imagem padronizadas, reprodutíveis e métodos de análise de imagem objetiva.<sup>26</sup>

#### 5.2.3.1.1 Iluminação reflexiva<sup>26</sup>

A iluminação reflexiva direta, utilizando um *flash* macro duplo, através da padronização manual de saída de energia, continua a ser o padrão fotográfico ideal para fornecer níveis de luz previsíveis e repetíveis para a estimativa da cor. A iluminação reflexiva indireta por outro lado, ajuda a revelar detalhes finos da textura superficial.

#### 5.2.3.1.2 Iluminação reflexiva de polarização cruzada

Esta técnica de fotografia mitiga significativamente os reflexos especulares indesejados (brilho) que escondem os detalhes finos das estruturas dentárias, proporcionando uma imagem dentária de alto contraste/hipersaturada para análise objetiva <sup>6,26</sup> através de um fluxo de trabalho RAW calibrado utilizando um programa genérico de *software* (Adobe Photoshop) no espaço de cores CIEL\*a\*b\*. Para obter essa imagem fotográfica por via intraoral, é utilizado um filtro de polarização cruzada. O mapa cromático determinado neste tipo de fotografia permite uma seleção fácil e precisa da cor da dentina base. Ao visualizar espacialmente a histo-anatomia do esmalte e da dentina, as técnicas de estratificação podem ser significativamente melhoradas durante a aplicação de biomateriais estéticos.<sup>6,26</sup>

#### 5.2.3.1.3 Iluminação Ultravioleta (UV)

A iluminação UV é utilizada para induzir fluorescência e auxiliar na seleção do material restaurador (cerâmicas e resinas graváveis) com uma intensidade de fluorescência similar, proporcionando uma integração ótima da restauração, principalmente em caso de exposição a um ambiente de iluminação UV, como uma discoteca. Para obter essa imagem intra-oralmente, é utilizado um tubo personalizado de *flash xenon* modificado.

Este efeito pode ser facilmente alcançado usando uma velocidade de obturador de 1/125 segundos, abertura de f 22 e ISO de 200 a 400, resultando em imagens de alta fidelidade com profundidade de campo adequada e eliminando a necessidade de configurações de luz UV pesadas e de qualidade inferior.<sup>26</sup>

#### 5.2.3.1.4 Transiluminação

A transiluminação revela os níveis de opacidade relativa histo-anatômica (dentina transparente vs opaca) e permite uma estimativa visual quantitativa da distribuição do esmalte incisal. A opalescência também pode ser avaliada visualmente e avaliada através deste tipo de fotografia. Para obter essa imagem intra-oralmente, é utilizado um transiluminador de fibra ótica.

## 6. Protocolo eLABor-aid <sup>6</sup>

---

O protocolo eLABor\_aid foi desenvolvido por Sascha Hein, técnico de prótese dentária, Dr Javier Tapia e Dr Panagiotis Bazos, ambos médicos dentistas. O seu objetivo é permitir a comunicação objetiva da cor entre a clínica e o laboratório dentário, usando as tecnologias atualmente disponíveis. Este protocolo foi desenvolvido e estudado durante três anos, a partir de investigações extensas da literatura, assim como inúmeros ensaios clínicos utilizando uma abordagem sistemática.

O termo bio-emulation refere-se à imitação biomimética da natureza utilizando uma abordagem histo-anatômica. O conceito é um retorno ao estudo histomorfológico em relação às propriedades óticas e biomecânicas, com o intuito de perceber como as estruturas dentárias funcionam e de desenvolver novas técnicas e materiais mais próximos da natureza, seguindo assim o princípio biomimético.

Este modelo utiliza um método fotolorimétrico digital (PCM) que subseqüentemente formula a cor, sem a necessidade de usar escalas de cor.

Para isso, apenas se torna necessário adquirir uma câmara reflex digital de lente única (DSLR), uma lente macro adequada, um flash macro e um filtro de polarização cruzada correspondente (Fig. 2).



Figura 2 - Equipamento fotográfico necessário.

A fim de se obter imagens digitais adequadas para a quantificação da cor dos dentes é necessária a padronização durante o uso da câmara no modo manual (Fig. 3). Desta forma, é necessário ter em atenção os seguintes requisitos:

- Deve ser selecionada uma distância definida com base no tamanho da lente da câmara/tamanho do sensor. Esta distância pode ser calibrada com ajuda de um cartão de referência cinza, como descrito mais adiante.
- Para mitigar a influência da luz ambiente e assegurar a sincronização do flash, a velocidade do obturador deve ser 1/125 segundos, com uma abertura de f22, para uma

aquisição adequada da profundidade de campo. Este ajuste de abertura também evita problemas relacionados à difração, uma vez que a paragem adicional da abertura serve apenas para diminuir a nitidez da imagem e não acrescenta nenhum benefício adicional.

- A Sensibilidade do sensor ISO deve ser 100 e o formato de imagem deve ser definido como RAW. O anel externo ou o flash lateral devem ser ajustados para a saída máxima (1/1) no modo manual.
- O uso da medição TTL não é aconselhável devido às variações herdadas nos cálculos de medição do algoritmo do programa de exposição.
- Deve-se também, escolher o perfil correto da câmara DSLR no menu suspenso de calibração da câmara no modo de desenvolvimento, pois as informações de cores reais, normalmente apresentadas em espaço de cor vermelho-verde-azul (RGB) diferem entre os diferentes dispositivos.



Figura 3 - Características padrão do equipamento digital e realização da fotografia.

O cartão de referência cinza apresenta as seguintes características (Fig.4):

- a) Auxilia no alinhamento vertical e calibração de distância. O pequeno círculo deve coincidir com a o da grade do visor da maioria das câmaras APS-C tipo sensor, enquanto círculo maior deve corresponder ao das câmaras full-frame.
- b) Escala milimétrica para avaliação das proporções.
- c) A largura do cartão é equivalente à distância intercanina média de adultos caucasianos para auxiliar nos casos em que um modelo DSLR particular pode não ter qualquer rede de visor em tudo.
- d) Coordenadas de cor definidas usando o sistema CIE  $L^*a^*b^*$  com baixa tolerância de fabricação (+/- 0,5).



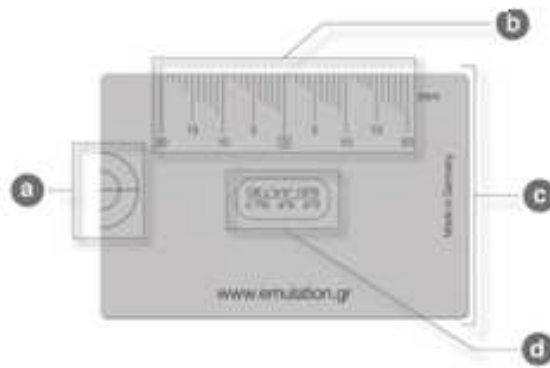


Figura 4 - Cartão de referência cinza. Disponível em: [https://www.google.pt/search?tbm=isch&q=white+balance,+emulation&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwiunbrijc\\_WAhUqLMAKHbL4CgEQBQgjKAA&biw=1366&bih=613&pr=1#imgsrc=JbkSmkfyCQRzM](https://www.google.pt/search?tbm=isch&q=white+balance,+emulation&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwiunbrijc_WAhUqLMAKHbL4CgEQBQgjKAA&biw=1366&bih=613&pr=1#imgsrc=JbkSmkfyCQRzM):

Concluída a padronização do equipamento digital, segue-se o protocolo propriamente dito, representado pelo seguinte caso clínico.

1. Escolher o perfil correto da câmara DSLR no menu suspenso de calibração da câmara no modo de desenvolvimento;



Figura 5- Seleção do perfil da câmara (Develop mode).

2. Importar o arquivo RAW clínico para o Adobe Lightroom;
3. Selecionar a ferramenta White Balance Selector (pipeta) e clicar em qualquer um dos quatro segmentos cinza na imagem. Esta função permite efetuar o balanceamento de brancos que geralmente é realizado com a ajuda de um objeto acromático, como por exemplo um cartão de referência cinza.

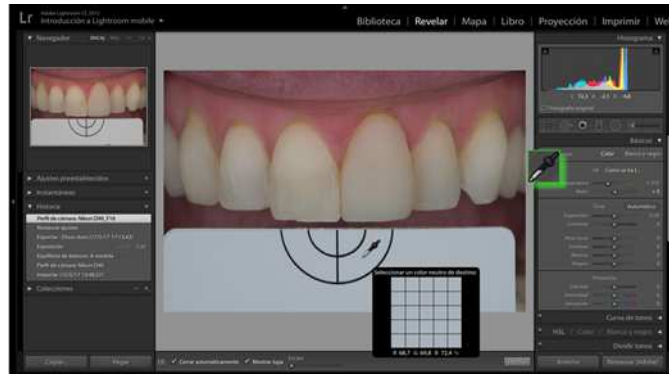


Figura 6 - White Balance Selector (acromatic).

4. Ajustar a exposição da imagem até que a luminosidade medida do cartão cinzento coincida com a luminosidade conhecida  $L^*79$ . Este ajuste permite a correção de brilho, isto é, balanço de exposição. Deve-se clicar nos três zeros ao lado do controle deslizante. O cursor torna-se uma lupa quando movido sobre qualquer um dos quatro segmentos cinza.



Figura 7- White Balance (Exposure selection).

5. Os valores medidos  $L^*a^*b^*$  são exibidos abaixo do histograma quando a lupa (cursor) é mantida firmemente na posição. A operação das teclas de seta para cima ou para baixo no teclado ajusta a posição da imagem. Isto é realizado até que o valor de luminosidade conhecido ( $L^*79$ ) do cartão de referência cinza tenha sido replicado.



Figura 8 - White Balance (Exposure Operating).

6. Para obter coordenadas de cor do dente alvo no espaço de cores CIE L\*a\*b\*, o software Classic Color Meter é usado, disponível em: (<https://www.ricciadams.com/projects/classic-color-meter>). O tamanho de abertura de medição pode ser facilmente ajustado para quantificar a cor média do dente alvo na área de interesse, geralmente o terço cervical e médio.

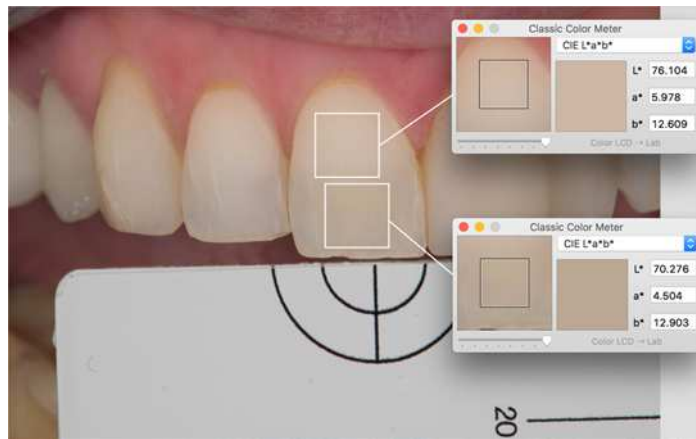


Figura 9 - Classic Color Meter (dente alvo).

7. Para transferir a cor do dente alvo para uma mistura de cerâmica dentinária individual são utilizados gráficos de interpolação, baseados nas coordenadas de cor CIE L\*a\*b\* dos sistemas cerâmicos mais comuns, que possuem valores padrão. O gráfico permite a identificação da cor de dentina mais próxima do respectivo sistema cerâmico e oferece relações de mistura para aumentar a\* e b\* individualmente e para diminuir a luminosidade, se necessário, usando um conjunto de doseadores cerâmicos e pigmentos.

System	Shade	L*	a*	b*	Chroma (a* + b*)
GC Lisi	BLO-2				
	D-A1				
	D-B1				
	D-B2				
Willi Geller Creation CC	D-A2				
	D-A3				
	D-A4				
	D-A5				
GC Initial MC	D-B3				
	D-B4				
	D-B5				
	D-B6				
VITA VM 13	D-C1				
	D-C2				
	D-C3				
	D-C4				
emax ceram	DD C1	78.05	1.56	12.89	14.45
	DD B1.4	77.77	1.78	7.43	9.21
	DD B1	77.76	0.26	7.39	7.65
	DD A1	76.75	1.28	9.29	10.57
	DD A2	75.57	3.57	16.44	20.01
	DD C2	75.40	2.56	15.19	17.75
	DD B2	75.02	1.12	12.16	13.28
	DD B3	74.58	2.91	20.96	23.87
	DD A3	73.44	5.04	22.97	28.01

Figura 10 - Color Charts.



Figura 11- Color pigments.

Para verificar a precisão da mistura da dentina, considerando variações na espessura de faceta disponível e na cor do fundo, pode ser utilizado um líquido não tóxico com alto índice de refração (visual\_eyes, Emulation) com o intuito de atingir a pré-visualização da cor da cerâmica não sintetizada, que posteriormente será medido no quadro atual e no modelo de trabalho.



Figura 12 - Visual eyes. Disponível em:  
[https://www.emulation.me/products/visual\\_eyes-optical-contact-liquid-for-pre-visualisation](https://www.emulation.me/products/visual_eyes-optical-contact-liquid-for-pre-visualisation)



Figura 13- Visual eyes no modelo de trabalho.

8. Uma característica do protocolo eLABor\_aid é a capacidade de verificar a precisão da cor antes da inserção, usando o eLAB digital try\_in. Este passo, fornece análises tanto qualitativas quanto visuais, bem como avaliações quantitativas através da medição de valores CIEL \* a \* b \* e posterior teste  $\Delta E$  \*.



Figura 14 - Biscuit bake no modelo.



Figura 15- Digital try-in.



Figura 16 - Resultado Final.

Durante os três anos de implementação prática do sistema eLABor\_aid, os autores e outros membros da comunidade restauradora dentária observaram uma série de resultados encorajadores. Embora a indicação inicial fosse limitada a próteses dentárias fixas tradicionais que utilizam restaurações metalo-cerâmicas ou zircônia, a abordagem parece também mostrar potencial para restaurações mais translúcidas, tais como dissilicato de lítio ou mesmo facetas feldspáticas.

Este protocolo preenche grandes distâncias geográficas, onde a interação direta entre o paciente e o técnico de prótese não é possível e, como tal, a avaliação de cor não é a mais correta.

A finalidade principal do protocolo eLABor\_aid é substituir as escalas de cor para determinar a cor da dentina correta. No entanto a imitação previsível de detalhes mais intrincados, como características incisais, pode ser verificada através da comparação visual e numérica usando o *try-in* digital.

O facto deste protocolo se reger CIE L\*a\*b\* permite que a seleção de cor seja mais eficiente, proporciona a capacidade criar misturas de dentina personalizadas, permite quantificar a cor objetivamente e permite realizar um *try-in* digital para verificação da

integração ótica. Além disso o *workflow* permite que o técnico verifique em qualquer fase, a direção do resultado da seleção de cor durante a construção, permitindo maior previsibilidade e controle.

Embora o protocolo eLABor\_aid forneça um fluxo de trabalho robusto, a propagação da luz nos dentes naturais permanece altamente complexa e dinâmica, em contraste com os materiais restauradores atuais, que permanecem, relativamente simples e estáticos na forma como interagem com a luz. Além disso, os valores de diferença de cor projetados e efetivamente medidos só são aplicáveis sob iluminação direcional usando a luz diurna D65.

Outro fator geral limitante é que a maioria dos sistemas cerâmicos disponíveis ainda são baseados nos sistemas *Vita Classic*. De acordo com análises estatísticas, quase 35% dos dentes naturais têm uma média CIE  $L^*a^*b^*$  distribuição de cor de  $L^* 79,19$  (min:  $L^*77,00$ ; máx:  $L^*81,62$ );  $a^* 5,03$  (min:  $a^*2,62$ ; máx:  $a^*8,35$ );  $b^*12,24$  (min:  $b^*6,14$ ; máx:  $b^*18,79$ ), que excede tanto a luminosidade como a croma da escala *Vita Classic*.

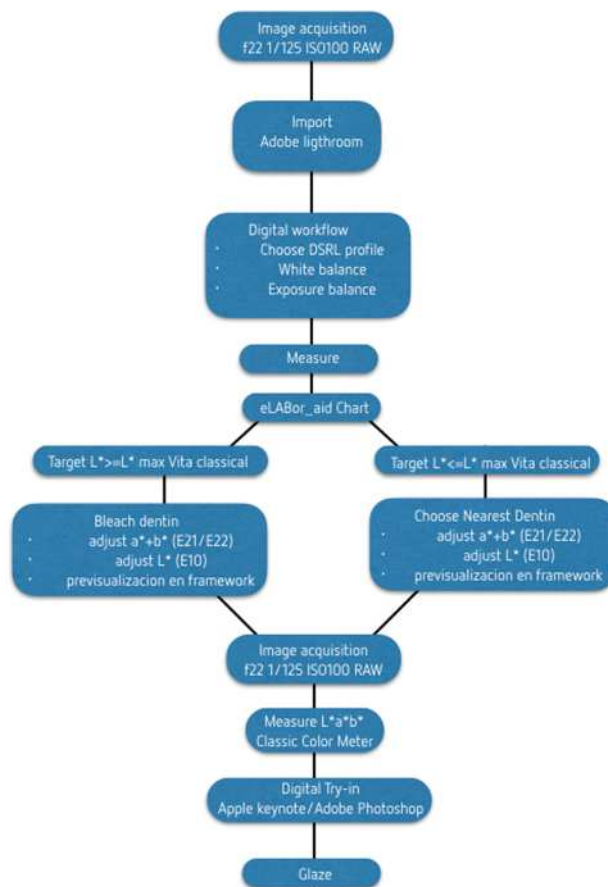


Figura 17 - Esquema resumo.

## 7. Conclusão

---

Com a presente revisão bibliográfica e tendo em conta os objetivos formulados inicialmente aos quais se pretendeu dar resposta, conclui-se que:

1. Perante o resultado obtido, no caso clínico com o protocolo eLABor-aid, concluímos que a comunicação entre o clínico e o técnico de prótese dentária se torna muito simples e padronizada, obtendo-se resultados controlados e previsíveis.  
O protocolo eLABor-aid permite uma seleção e uma comunicação objetiva da cor, sem a necessidade de escalas de cor ou de consultas presenciais entre o paciente e o técnico de laboratório. A padronização na fotografia dentária para seleção de cores pode ajudar a maximizar a compatibilidade, interoperatividade e repetibilidade. No entanto, são necessários mais estudos para verificar a eficácia e confiabilidade do sistema eLABor-aid em ensaios clínicos controlados.
2. A cor é uma resposta à interação física da energia da luz com um objeto e à experiência subjetiva de um observador individual. Quando a luz interage com um objeto, parte da luz é absorvida por ele e o comprimento de onda que não é absorvido é percebido pelo olho e reconhecido pelo cérebro como uma cor.
3. Os instrumentos de seleção de cor, como espectrofotómetros, colorímetros e câmaras digitais foram trazidos ao mercado para reduzir ou superar imperfeições e inconsistências na escolha de cor tradicional que é o método visual. A escala de cor *Vitapan Classical* e suas derivações são provavelmente as escalas de cor mais usadas.
4. Uma boa compreensão do ordenamento espacial entre os elementos estruturais do esmalte e da dentina e da sua interação com a luz permite obter restaurações estéticas proficientes e previsíveis,
5. Em cada uma das camadas podemos controlar características como valor, croma, fluorescência, opalescência e translucidez. O *design* do dente intacto é incomparável a um nível microestrutural, e por isso o clínico e técnico de laboratório devem inspirar-se na emulação macroestrutural, de uma forma estratificada, aplicando materiais com diferentes matizes e cromas, criando diferentes valores e aplicando efeitos intermédios para potenciar zonas mais ou menos cromáticas.



## 8. Bibliografia

---

1. Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. *Dent Mater* 2011; 27:97-108
2. Perroni AP, Bergoli CD, F. dos Santos MB, Moraes RR, Boscato N. Spectrophotometric analysis of clinical factors related to the color of ceramic restorations: A pilot study. *J Prosthet Dent* 2017; 1-6
3. 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;1–6
4. Kristiansen J, Sakai M, Da Silva J, Gil M, Ishikawa-Nagai S. Assessment of a prototype computer color matching system to reproduce natural tooth color on ceramic restorations. *J Dent*. 2011; 39:45-51
5. Todorovic A, Todorovic A, Gostovic AS, Lazic V, Milicic B, Djuriscic S. Reability of conventional shade guides in teeth color determination. *Vojnosanit Pregl* 2013; 70(10): 929-934
6. Hein S, Tapia J, Bazos P. e-LABor\_aid: a new approach to digital shade management. *Int J Esthet Dent* 2017; 12(2): 186-202
7. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32: 3-12
8. Ghulman MA, Awad MA. Color variation between matched and fabricated shades of diferent ceramics. *J Prosthodont* 2013; 22:472-477
9. Farah RI, Agreement between digital image analysis and clinical spectrophotometer in CIEL\*C\*h° coordinate diferences and total color difference ( $\Delta E$ ) measurements of dental ceramic shade tabs. *Int J Esthet Dent* 2016; 11(2):234-235
10. Chu SJ, Devigus A, Paravina RD, Mieleszko AJ. *Fundamentals of Color – Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry*. 2ª ed. Quintessence Publishing Co, Inc; 2010. Capítulo II e III.
11. Bazos P, Magne P. Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; visual synthesis. *Int J Esthet Dent* 2014; 9(3): 330-352
12. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent* 2000; 83:418-23
13. Bazos P, Magne P. Bio-Emulation: Biomimetically Emulating Nature Utilizing a Histo-Anatomic Approach; Structural Analysis. *Eur J Esthet Dent* 2011; 6(1): 8-19

14. Xing W, Chen X, Ren D, Zhan K, Wang Y. The effect of ceramic thickness and resin cement shades on the color matching of ceramic veneers in discolored teet. *Odontology* 2017;
15. Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *J Prosthet Dent* 1999 August; 82:143-9
16. Stevenson B, Ibbetson R. The effect of the substructure on the colour of samples/restorations veneered with ceramic: a literature review. *J Dent* 2010; 38:361-368
17. Jankar AS, Kale Y, Pustake S, Bijjaragi S, Pustake B. Spectrophotometric study of the effect of luting agentes on the resultant shade of ceramic veneers: na invitro study. *Journal of clinical and diagnostic research*, 2015; (9):56-60
18. Jurišić S, Jurišić G, Zlatarić DK. In Vitro Evaluation and Comparison of the Translucency of Two Different All-Ceramic Systems. *Acta stomatol Croat* 2015;49(3):195-203
19. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010; 38:e2-e16
20. Smitha AJ, Savitha PN. Shade Matching in Aesthetic Dentistry – From Past to Recent Advances. *J Dent Oral Care Med* 2017; 3(1):102-110
21. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, et al. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int* 2012;43:649-659
22. Da Silva JD, Da Silva, Park SE. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008;99:361-368
23. Hein S, Zangl M. The use of a standardized gray reference card in dental photography to correct the effects of five commonly used diffusers on the color of 40 extracted human teeth. *Int J Esthet Dent* 2016; 11(2):246-247
24. Sluzker A, Knösel M, Athanasiou AE. Sensitivity of digital dental photo CIEL\*a\*b\* analysis compared to spectrophotometer clinical assesments over 6 months. *Am J Dent* 2011;24:300-304.
25. Denissen H, Dozic A. Photometric assessment of tooth color using commonly available software. *Eur J Esthet Dent* 2010; 5:204-215

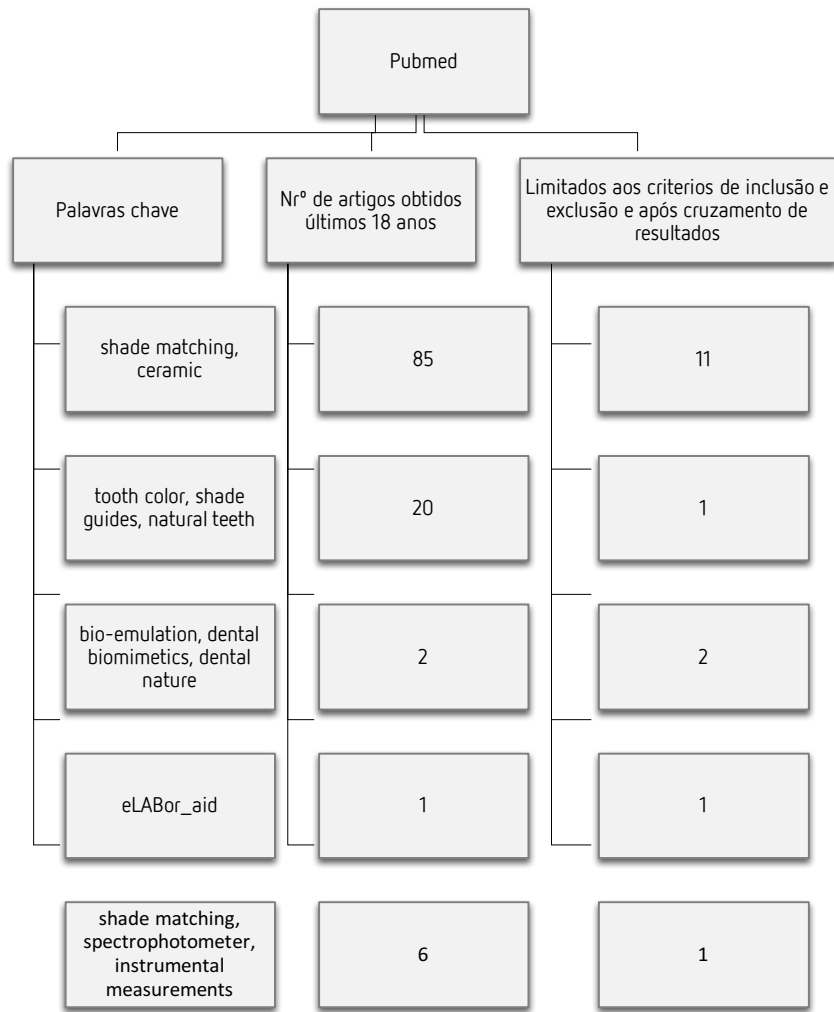
26. Hein S, Bazos P, Guadix JT, Naves LZ. Beyond Visible: Exploring Shade Interpretation. QDT 2014; 1-13
27. Lakhanpal S, Neelima MS. Accuracy of Three Shade-matching Devices in Replicating the Shade of Metal Ceramic Restorations: An in vitro Study. J Contemp Dent Pract 2016; 17(12):1003-1008

---

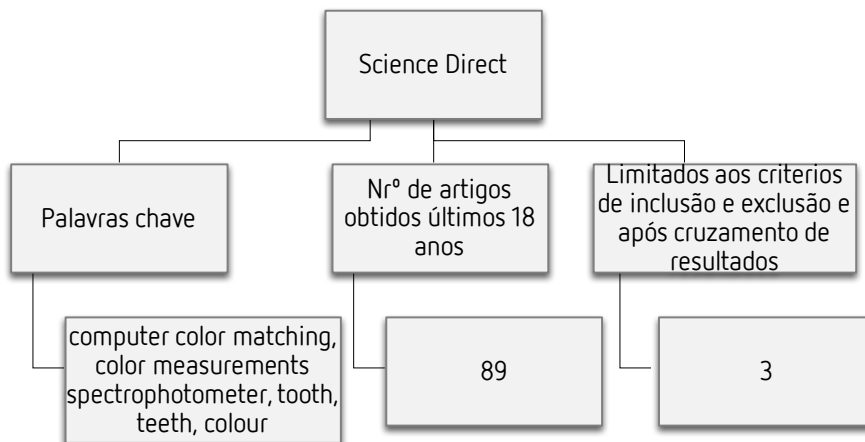
## ANEXOS

---

Anexo A



**Esquema 1** – Esquema representativo da metodologia da pesquisa bibliográfica na base de dados Pubmed.



**Esquema 2** – Esquema representativo da metodologia da pesquisa bibliográfica na base de dados Science Direct.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e do cruzamento de resultados, obteve-se um total de 19 artigos, descritos na tabela a seguir:

Base de dados	Ano	Autor	Título
Pubmed	1999	Douglas	Predicting porcelain thickness required for dental shade matches.
	2000	Hasegawa	Color and translucency of in vivo natural central incisors.
	2008	Da Silva	Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction.
	2011	Vichi	Color related to ceramic and zirconia restorations: a review.
	2011	Bazos	Bio-Emulation: Biomimetically Emulating Nature utilizing a Histo-Anatomic Approach; Structural Analysis.
	2012	Chen	A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching.
	2013	Todorovic	Reability of convencional shade guides in teeth color determination.
	2013	Ghulman	Color variation between matched and fabricated shades of diferent ceramics
	2014	Bazos	Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach, visual synthesis.
	2015	Jurisik	In Vitro Evaluation and Comparison of the Translucency of two diferent All-Ceramic Systems.
	2015	Jankar	Spectrophotometric study of the effect of luting agentes on the resultant shade of ceramic vengers: an in vitro study.
	2016	Lankhanpal	Accuracy of Three Shade-matching Devices in Replicating the Shade of Metal Ceramic Restorations: An in vitro Study
	2017	Igiel	Reliability of visual and instrumental color matching
	2017	Perroni	Spectrophotometric analysis of clinical factos related to the color of ceramic restorations: a pilot study.
	2017	Xing	The effect of ceramic thichness and resin cement shades on the color matching of ceramic veneers in descolored teeth.
	2017	Hein	e-LABor_aid: a new approach to digital shade management

Science direct	2004	Joiner	Tooth colour: a review of the literature.
	2010	Chu	Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects.
	2011	Kristiansen	Assessment of a prototype computer color matching system to reproduce natural tooth color on ceramic restorations.

**Tabela 1** – Resultados obtidos nas diferentes bases de dados

Foram ainda recolhidos artigos e livros de outras fontes a baixo discriminadas:

Fonte	Ano	Autor	Titulo
Official Journal of the European Academy of Esthetic Dentistry	2016	Farah	Agreement between digital image analysis and clinical spectrophotometer in CIEL*C*h* coordinate differences and total color difference ( $\Delta E$ ) measurements of dental ceramic shade tabs.
	2016	Hein	The use of a standardized gray reference card in dental photography to correct the effects of five commonly used diffusers on the color of 40 extracted human teeth.
Livro Fundamentals of Color – Shade Matching and Communication	2010	Chu	Fundamentals of Color – Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry Capitulo II e III

**Tabela 2** – Resultados obtidos nas diferentes fontes.

A fim de se obter informações mais específicas, foi consultada alguma bibliografia dos artigos selecionados, nomeadamente:

Fonte		Bibliografia recolhida
2008	Da Silva	Smitha AJ, Savitha PN. Shade Matching in Aesthetic Dentistry – From Past to Recent Advances. J Dent Oral Care Med 2017; 3(1):102-110
2015	Jurišić	Stevenson B, Ibbetson R. The effect of the substructure on the colour of samples/restorations veneered with ceramic: a literature review. J Dent 2010; 38:361-368
2016	Farah	Sluzker A, Knösel M, Athanasiou AE. Sensitivity of digital dental photo CIE L*a*b* analysis compared to spectrophotometer clinical assessments over 6 months. Am J Dent 2011;24:300-304.
		Denissen H, Dozic A. Photometric assessment of tooth color using commonly available software. Eur J Esthet Dent 2010; 5:204-215
2017	Hein	Hein S, Bazos P, Guadix JT, Naves LZ. Beyond Visible: Exploring Shade Interpretation. QDT2014;1-13

**Tabela 3**– Artigos recolhidos de outras fontes bibliográficas.



---

## CAPITULO II

---

## 1. Relatório das atividades práticas das disciplinas de estágio supervisionado

### 1.1 Estágio em Clínica Geral Dentária

O Estágio em Clínica Geral Dentária (ECGD) realizou-se na Unidade Clínica Nova Saúde Gandra, no período entre o 26 de setembro de 2016 até 28 de Julho de 2017, compreendendo um total de 180h. No decorrer do estágio a supervisão esteve a cargo da Profª Doutora Cristina Coelho, Profª Doutora Maria do Pranto Braz, Mestre Paula Malheiro, Mestre João Batista e Mestre Luís Santos, sob regência da Profª Doutora Filomena Salazar. Todos os binómios puderam realizar vários atos clínicos por dia de estágio, permitindo o desenvolvimento das suas competências teórico práticas, assim como a sua autonomia e relação com o doente. Para além disso, o aluno tem à sua disposição excelentes condições de trabalho permitindo trabalhar de forma confortável e ergonómica.

Os atos clínicos realizados durante este período encontram-se sumariados na tabela seguinte:

Procedimentos Clínicos	Operador	Auxiliar	Total
Triagem	-	-	-
Dentisteria	10	3	13
Endodontia	3	3	6
Destartarização	1	2	3
Exodontia	5	4	9
Prótese Removível	-	4	4
Prótese Fixa	-	-	-
Outros	-	2	2
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>37</b>

Tabela 1 – Atos clínicos realizados no ECGD durante o período previsto.

## 1.2 Estágio Clínica Hospitalar

O Estágio Hospitalar (ECH) decorreu na Unidade Hospitalar de Valongo (Hospital São João– Pólo Valongo), na primeira, terceira e quarta semana de Julho de 2017, sendo realizado de segunda a sexta-feira entre as 9h e as 18h00, com uma carga semanal de 40 horas. Sob a supervisão do Prof. Doutor Luis Monteiro, Mestre Ana Azevedo, Mestre Rita Cerqueira, Mestre Tiago Damas de Resende e Mestre Joao Baptista, compreendeu um total de 120 horas de trabalho. Realça-se as condições de trabalho satisfatórias, permitindo ao aluno trabalhar de forma confortável e ergonómica.

Este estágio apresenta uma dinâmica de trabalho que permite ao aluno melhorar a sua qualidade de trabalho e autonomia. Foi também importante interagir com pacientes com limitações cognitivas e/ou motoras, pacientes polimedicados e com patologias de várias especialidades médicas, permitindo ao aluno correlacionar conceitos teóricos com a prática clínica.

Os atos clínicos efetuados neste período constam a seguir:

Procedimentos Clínicos	Operador	Auxiliar	Total
Triagem	8	14	22
Dentisteria	25	20	45
Endodontia	5	4	9
Destartarização	8	11	19
Exodontia	15	19	34
Prótese Removível	-	-	-
Prótese Fixa	-	-	-
Outros	7	8	15
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>76</b>	<b>134</b>

*Tabela 2- Atos clínicos realizados no ECH durante o período previsto.*

### 1.3 Estágio em Saúde Oral e Comunitária

O Estágio de Saúde Oral Comunitária decorreu às terças e quintas-feiras, entre as 9h e as 14h, num total de 120 horas sob a supervisão do Prof. Doutor Paulo Rompante. Numa primeira fase, de Setembro a Dezembro de 2016, o estágio decorreu no Instituto Universitário de Ciências da Saúde (IUCS).

Após uma planificação das atividades a realizar com diferentes grupos etários (Crianças dos 0-5 anos, 6-7 anos, 8-9 anos, adolescentes, adultos seniores, grávidas e pacientes HIV), procedeu-se à realização de um plano de atividades assim como toda a preparação e confeção do material de apoio para as crianças das escolas envolvidas. Na segunda fase, implementamos na escola EB Susão (terças feiras) e na escola EB Mirante dos Sonhos (quintas feiras), todo o trabalho preparado tendo por base o Programa Nacional de Promoção e Saúde Oral.

Foi ensinado o método correto de escovagem e desenvolvidas atividades lúdico-educativas adaptadas ao grau de desenvolvimento de cada turma, de forma a promover a sua saúde oral e uma alimentação saudável. Foram também recolhidos, os indicadores de saúde oral com a metodologia WHO 2013 nos alunos das referidas instituições de ensino.

IDADE	ATIVIDADE PLANEADA
0-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saúde Oral em crianças (0-5)</li> <li>- Aprender a escovar (audiovisual)</li> <li>- Aprender a escovar (demonstração prática)</li> <li>- Desenhos para colorir</li> </ul>
6-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saúde Oral em crianças (6-7)</li> <li>- Aprender a escovar (audiovisual)</li> <li>- Aprender a escovar (demonstração prática)</li> <li>- Jogo "O que é bom para os dentinhos"</li> </ul>
8-9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saúde Oral em crianças (8-9)</li> <li>- Aprender a escovar (audiovisual)</li> <li>- "Jogo do dentinho Saudável"</li> <li>- Jogo "O que é bom para os dentinhos"</li> </ul>