

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Medicina Dentária



**Avaliação da cor de restaurações monolíticas de zircónia pré-colorida, sobre três tipos de substratos e dois cimentos de resina**  
**Estudo Laboratorial**

**Vanessa Cristina dos Santos Fonseca**

Orientadores: Prof. Doutora Filipa Chasqueira

Prof. Doutor João Carlos da Silva Roque

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2019

## **Agradecimentos**

A realização desta dissertação de mestrado só foi possível graças à colaboração de várias pessoas e a elas estarei eternamente grata.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha orientadora, Professora Ana Filipa Marques Chasqueira, Professora Auxiliar Convidada da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, Professora da unidade curricular de Biomateriais Dentários e orientadora deste projeto de Dissertação de Mestrado, por toda a ajuda e apoio. Dirijo um especial agradecimento pelos saberes transmitidos, por toda a disponibilidade, paciência e incentivo com que acompanhou a elaboração da minha dissertação.

Ao meu orientador Professor João Carlos Roque, sinto-me muito grata por trabalhar consigo novamente e, quero agradecer-lhe mais uma vez o convite que me fez há cerca de 17 anos atrás para eu estagiar consigo. Este convite foi feito quando eu ainda era uma jovem, e acabou por abrir os horizontes na área da Prótese Fixa.

À empresa VITA – Zahnfabrik, na pessoa do colega Luís Pinela peça disponibilização do espectrofotómetro utilizado neste trabalho.

Ao Dr. Rui Montellano, que sempre me incentivou e apoiou profissionalmente. Obrigada por me deixar utilizar o Laboratório Hi-Tec para eu fresar as coroas que necessitei para o meu estudo, e pela oferta dos cimentos de resina. Ao meu colega Tiago Santos, obrigada pela força e ajuda transmitida.

Ao Nuno Costa Santos, um enorme obrigada por me ter fornecido os blocos de zircónia da marca Amann Girrbach, o que me permitiu desenvolver este estudo laboratorial.

Ao meu colega e amigo António Castel-Branco, obrigada por me ter posto à disposição o laboratório onde pude fresar as coroas da Amann Girrbach e por todo o apoio demonstrado desde o início da nossa amizade. À Carina Mateus por estar sempre disposta a ajudar.

Ao meu grande amigo e colega Pedro Brito, por todos estes longos anos de partilha de conhecimentos e por acreditar sempre que este projeto era possível. Para ele, que tem demonstrado um elevado grau de profissionalismo ao longo da sua carreira, é um prazer vê-lo crescer dia após dia seguindo sempre os teus ideais.

À minha açoriana preferida, Alexandra Freitas deixo um enorme beijinho com esperança que ao longo da vida continues a ser sempre, o “furacão do Pico”.

Aos meus professores que sempre demonstraram um carinho muito grande por mim, e que reconheceram o meu empenho e esforço ao longo destes cinco anos, uma grande obrigada.

Um agradecimento ao departamento de Dentisteria Operatória pelo profissionalismo e exigência solicitada, em todos os trabalhos que realizei. À doutora Ana Luísa (Nica) uma especial menção, visto que sempre a terei como uma referência na minha vida profissional.

Uma palavra de agradecimento às pessoas a quem chamo de amigos, e que sempre me motivaram para ultrapassar os obstáculos, os meus colegas de turma.

À minha grande amiga Ana Elisabete, a que considero minha irmã pois não tenho palavras para descrever tudo o que significa para mim, juntas desde sempre e para sempre. Muito orgulho por teres aceite ser madrinha da minha filha Maria.

Ao meu tio, por ter sido uma pessoa presente em toda a minha vida, por ser o pai que nunca tive e que nunca desistiu de mim.

À minha avó, a minha “Zendinha” agradeço-te por todas as horas perdidas ao longo destes anos, de todo o amor que demonstraste enquanto cuidavas de mim, estando eu doente e por estares sempre presente ao longo da minha vida. Sei que era a tua neta preferida, mas tu também serás sempre a minha avó preferida, o meu anjo da guarda. Adoro-te e ainda hoje choro muito por ti. Descansa em paz.

À minha grande mãe, minha heroína, a nossa vida nem sempre foi fácil, mas com carinho, amor e atenção temos ultrapassado tudo. Obrigada por me mostrares que quando gostamos muito e acreditamos ainda mais conseguimos sempre. Chegar aqui só foi possível também devido ao teu esforço e recorde e agradeço, os imensos fins-de-semana que ocupaste a cuidar das nossas meninas, enquanto eu estudava e me esforçava para fazer este curso no tempo que me propus desde o início.

Ao meu “maridão” Filipe, não tenho palavras para descrever tudo aquilo que fizeste por nós...obrigada por todo o apoio financeiro demonstrado, obrigada por durante cinco anos teres trabalho muito, de modo a que não nos faltasse nada. Em certos momentos, as tuas palavras sábias foram de extrema importância, pois os momentos fraqueza foram bastantes e elas eram o alento e a força que eu necessitava. Sabes, aquela mão por cima do ombro, quando eu estudava desesperadamente no escritório e que vinha sempre acompanhada com aquelas celebres frases:

“Já falta pouco mor, tu vais conseguir” e “Nunca te esqueças que as formigas vão mais longe que as cigarras” foram muitas vezes, o incentivo que eu precisei para continuar de braços erguidos. Ainda bem que me deixaste fazer parte da tua vida. Um sincero obrigada.

Aos meus amigos e restante família obrigada por fazerem sempre parte deste percurso e pela partilha de experiências.

E agora, o mais importante que eu tenho na minha vida as queridas minhas filhas, **Maria Leonor** e **Laura Maria**, muito obrigada por me terem feito crescer como pessoa e por serem o maior pilar da minha vida.

“**Maria**” és o meu orgulho da mãe, és tao esperta, tão valente e super corajosa. Obrigada pelos teus “*abacinhos*” apertados. Sabes filha, muitas vezes foram eles que nos momentos menos bons, me deram força para continuar e seguir em frente.

“**Laurinha**”, meu anjinho da guarda, minha tranquilidade, minha “*Vanessinha pequena*”, que orgulho ter uma filha tao parecida comigo (meu mau feitio pequenino). Gosto tanto de ti e és tao especial para mim. Adoro os teus beijinhos “*quentinhos*”.

Às duas princesas, um enorme beijinho e agradecimento por estarem sempre aqui, do meu lado, e sinto-me muito feliz por ter estado com vocês desde sempre, de vos ver crescer, porque estes tempos não voltam atras e hoje percebo que souberam a tão pouco.

Sinto-me grata por ter estado sempre presente nas vossas vidas, e por vos ver crescer diariamente sempre tão FELIZES e SORRIDENTES.

**O meu sincero obrigada!!!**

*Muito obrigada por tudo.....*

*minhas queridas filhas*

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar a cor de restaurações monolítica de zircónia pré-colorida, sobre três tipos de substrato e dois cimentos de resina.

**Materiais e métodos:** Foram confeccionados 20 espécimes de cerâmica de duas marcas comerciais diferentes, divididas em dois grupos (n=10). Grupo 1 da Amann Girrbach (AG) e grupo 2 da Zirkonzahn (ZZ). As leituras de cor foram realizadas com o espectrofotómetro Easysshade V medindo a cor das coroas, sobre três substratos (dente natural, metal e zircónia) e sobre o glicerol e dois cimentos (neutral e light). Os valores de  $L^*C^*h^*$  e  $\Delta E$  foram registados, e os dados submetidos a análise estatística. Para verificar a normalidade da amostra foi realizado o teste Shapiro-Wilk, e como não seguia uma distribuição normal recorreu-se ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis para comparar os resultados de  $\Delta E$  dentro de cada variável em estudo (tipo de zircónia, tipo de substrato e tipo de cimento). Para avaliar a influencia do cimento sobre o substrato foi realizada uma análise de variância unifactorial, seguida de testes post-hoc segundo o método de Tukey.

**Resultados:** Para a marca AG e substrato metal, registaram-se diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre o cimento neutral e o cimento light e glicerol. Relativamente às restaurações da marca ZZ, registaram-se diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) sendo que o  $\Delta E$  do cimento light foi superior ao do glicerol e cimento neutral. Em relação ao substrato zircónia e, nas duas marcas, existiram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre os grupos glicerol-neutral e neutral-light, sendo que em ambos os casos o glicerol manteve valores de  $\Delta E$  inferiores. Relativamente à marca AG e para o substrato dente natural não existiram diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre os vários cimentos. Na marca ZZ e para o mesmo substrato existiram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) sendo que o  $\Delta E$  do cimento light foi superior comparativamente ao  $\Delta E$  dos cimento neutral e glicerol.

**Conclusão:** Os materiais de restauração, substratos e cimentos tiveram influência significativa na cor final das restaurações cerâmicas.

**Palavras chave:** Cor; Zircónia, Cimentos dentários, Substratos e Materiais dentários.

## Abstract

**Objectives:** To evaluate the color of pré-colored zirconia monolithic restorations under three substrate types and two resin cements.

**Materials and Methods:** Twenty ceramic specimens of two different trademarks were made, divided into two groups. Group 1 (n=10) from Amann Girrbach (AG) and group 2 (n=10) from Zirkozahn (ZZ). Color measurements were taken with the Easyshade V spectrophotometer, measuring crown color over three substrates (natural tooth, metal and zircónia) using glycerol and two cements (Neutral and Light). The of  $L^*C^*h^*$  and  $\Delta E$  values were recorded and the data here subjected to statistical analysis. To verify the normality of the sample, the Shapiro-Wilk test was performed, and as it did not follow a normal distribution, the Kruskal-Wallis test was used. A one way analysis of variance was performed followed by Tukey post-hoc tests.

**Results:** For the AG brand and metal substrate, significant differences were found between neutral cement and light cement and glycerol. Regarding ZZ restorations, significant differences ( $p < 0,05$ ) were observed, with  $\Delta E$  of light cement being higher than glycerol and neutral cement. The zircónia substrate and, in both brands, there were significant differences between the glycerol-neutral and neutral-light cements, and in both cases the glycerol maintained lower  $\Delta E$  values. Regarding the AG brand and for the natural tooth substrate there were no statistically significant differences ( $p > 0,05$ ) between the various cements. In the ZZ brand and for the same substrate there were significant differences ( $p < 0,05$ ) and  $\Delta E$  of light cement was higher compared to  $\Delta E$  of other cements.

**Conclusions:** The restorative material, substrates and cement variables had influence on the final color of ceramic restorations

**Keywords:** Color; Zircónia; dental cements; substrates and dental material.

# Índice Geral

Resumo .....	i
Abstract .....	ii
Índice de Figuras .....	v
Índice de Tabelas .....	vii
Lista de Abreviaturas.....	vii
<b>1 – Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Evolução das cerâmicas dentárias.....</b>	<b>1</b>
1.1. Cerâmicas de zircónia .....	1
1.2. Zircónia monolítica pré-colorida .....	2
<b>2. Cor.....</b>	<b>2</b>
2.1. Métodos de determinação de cor.....	3
2.1.1. Método Visual .....	3
2.1.1.1. VITA Clássica (VC).....	3
2.1.1.2. VITA 3D Master (VM) .....	4
2.1.2. Método instrumental.....	4
2.2. Limites de perceção visual .....	6
2.3. Vita Easyshade V.....	7
2.4. Fatores que influenciam a cor final das restaurações .....	7
<b>2 - Objetivos .....</b>	<b>8</b>
<b>3 – Materiais e Métodos .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Confeção dos três substratos .....</b>	<b>9</b>
3.1.1. Substrato dente natural .....	9
3.1.2. Substrato Metal/Zircónia .....	12
<b>3.2. Cimentos de resina Try-in .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3. Preparação das coroas.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4. Leitura de cor .....</b>	<b>14</b>

<b>3.5. Análise estatística.....</b>	<b>14</b>
<b>4 – Resultados .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Análise dos valores de <math>\Delta E</math> .....</b>	<b>16</b>
4.1.1 Estatística Descritiva .....	16
4.1.2 Estatística Inferencial .....	17
<b>5 – Discussão .....</b>	<b>20</b>
<b>6 – Conclusão .....</b>	<b>25</b>
<b>7 – Referências Bibliográficas .....</b>	<b>26</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>30</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>31</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Escala de cor VITA clássica.	3
<b>Figura 2:</b> Escala de cor VITA 3D Master incluindo as guias de cor “bleaching”.	4
<b>Figura 3:</b> Sistema L*a*b*.	6
<b>Figuras 4, 5 e 6:</b> Colocação do dente pré-molar num bloco de acrílico transparente, garantindo um bom suporte e exposição da área coronária.	9
<b>Figuras 7 e 8:</b> Realização de uma chave em silicone e colocação do espectrofotômetro EasyShade V de modo a que todas as leituras, sejam realizadas sempre no terço médio e na face vestibular do dente.	10
<b>Figura 9:</b> Obtenção da cor do dente padrão (A2) após três leituras de cor consecutivas.	10
<b>Figura 10:</b> Digitalização do dente pré-molar no scâner S6000 Arti, utilizando o software Zirkonzahn Modeller.	10
<b>Figuras 11, 12 e 13:</b> Fotografias do preparo dentário realizado no dente pré-molar.	11
<b>Figura 14:</b> Colocação do bloco de acrílico com o dente já preparado, no scanner para obtermos a segunda digitalização.	11
<b>Figuras 15 e 16:</b> Colocação e posicionamento das 10 coroas num dos blocos de zircónia utilizados.	12
<b>Figuras 17 e 18:</b> Visualização das 10 coroas no bloco de zircónia da marca Zirkonzahn, antes da sinterização.	12
<b>Figura 19:</b> Fotografia dos dois substratos obtidos, sendo que são cópias fiéis do preparo realizado no dente natural.	12
<b>Figura 20:</b> Fotografia dos cimentos de resina Try-in da Ivoclar utilizados neste estudo laboratorial.	13
<b>Figuras 21 e 22:</b> Aplicação de glaze em todas as coroas envolvidas no estudo.	13
<b>Figura 23:</b> Visualização do programa de glaze no forno P500 da Ivoclar Vivadent.	13

- Figura 24:** Divisão e numeração das coroas segundo a marca a que pertencem. 14
- Figura 25:** Representação gráfica de mediana e intervalo interquartil para os valores de  $\Delta E$ , relativos às duas marcas de zircónia utilizada. 17
- Figura 26:** Representação gráfica da mediana e intervalo interquartil para os valores de  $\Delta E$  relativos aos três substratos utilizados. Os substratos identificados com a mesma letra entre parêntesis, apresentam semelhança estatística ( $p>0,05$ ). 18
- Figura 27:** Representação gráfica da mediana e intervalo interquartil para os valores de  $\Delta E$  relativos ao glicerol e aos dois cimentos utilizados. Os cimentos identificados com a mesma letra entre parêntesis, apresentam semelhança estatística ( $p>0,05$ ). 19

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Valores médios, desvios padrões, medianas e intervalo interquartil para cada marca de zircónia, alternando os substratos e os cimentos utilizados.	16
<b>Apêndice A.1.:</b> Output dos testes post-hoc segundo o método de Tukey.	30
<b>Anexo A.1.</b> Vários tipos de cerâmica de zircónia da marca AG.	31
<b>Anexo A.2.</b> Tonalidades disponíveis para o cimento Variolink Esthetic e respetiva translucidez.	31
<b>Anexo A.3.</b> Tonalidades disponíveis para o cimento Variolink Esthetic e o seu efeito na restauração final.	31

## Lista de Abreviaturas

<b>CAD-CAM</b>	Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing
<b><math>\Delta E</math></b>	Delta E
<b>Co-Cr</b>	Cromo-Cobalto
<b>AG</b>	Amann Girrbach
<b>ZZ</b>	Zirkonzahn
<b>mm</b>	Milímetros

# 1 – Introdução

## 1. Evolução das cerâmicas dentárias

A preocupação com a estética levou a que, desde cedo, se tentasse o desenvolvimento de materiais de restauração com características óticas semelhantes às do dente. As cerâmicas feldspáticas tradicionais foram as pioneiras, no entanto, as fracas propriedades mecânicas destas cerâmicas condicionaram, durante muitos anos, a sua utilização de forma isolada. Assim, um dos objetivos das investigações estava centrado na tentativa de maximizar o mecanismo de união entre a cerâmica de revestimento e ligas metálicas utilizadas como infraestrutura. (1)

As restaurações metalo-cerâmicas foram utilizadas na prostodontia fixa durante várias décadas, no entanto, a presença do metal pode interferir na transmissão de luz, dando à restauração um aspeto opaco. Outro fator que as torna pouco estéticas, é a possibilidade do aparecimento da margem da estrutura metálica, à transparência dos tecidos circundantes. (2-4)

No fim da década de 1980, surgiram as primeiras restaurações cerâmicas produzidas com recurso à tecnologia CAD-CAM (Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing). Neste tipo de processo, é possível padronizar a qualidade dos materiais, reduzindo os custos e tornando, assim, o processo de fabrico mais rentável. (5)

### 1.1. Cerâmicas de zircónia

Com os avanços tecnológicos, por volta da década de noventa, surgiram as cerâmicas de zircónia parcialmente estabilizadas com *ítrium*, que foram um sucesso devido à sua biocompatibilidade e boas propriedades mecânicas. No entanto, apresentavam uma aparência “esbranquiçada – opaca”, criando restaurações pouco estéticas, o que tornava necessário colocar sobre a infraestrutura de zircónia uma camada de cerâmica. O recobrimento da zircónia é suscetível ao aparecimento do *chipping*, que consiste na fratura da cerâmica de revestimento, com exposição do núcleo de zircónia intacto. (4,6-9)

Alternativamente, surgiram as restaurações em zircónia monolítica. Estas cerâmicas são altamente cristalinas e, por esse motivo, a translucidez encontra-se diminuída, surgindo um

compromisso estético. No entanto, apresentam elevada resistência a forças de flexão, pelo que são usadas apenas nas regiões posteriores. (4)

## **1.2. Zircónia monolítica pré-colorida**

Uma nova geração de restaurações cerâmicas em zircónia pré-colorida foram recentemente introduzidas de modo a alcançar restaurações estéticas, e que mantenham as propriedades de alta resistência mecânica. Devido ao aumento da translucidez destas cerâmicas, podem ser usadas em zonas mais anteriores, bem como em dentes posteriores tal como as tradicionais. (10)

A grande vantagem deste tipo de zircónia pré-colorida está na uniformidade de cor, que o bloco de zircónia adquire aquando do seu fabrico, pois apesar de existirem várias técnicas para a coloração das cerâmicas de zircónia que são usadas até aos dias hoje, todas dependem do operador. Segundo *Kim et al 2016*, a aplicação de óxidos metálicos sobre uma restauração de zircónia já sinterizada cria uma fraca ligação entre o substrato zircónia e o pigmento e na técnica de imersão os resultados de cor não são homogêneos pois, os iões metálicos só penetram na restauração até uma certa espessura. (11)

## **2. Cor**

A avaliação da cor pode ser alcançada de duas formas: qualitativamente por comparação visual (subjetiva) ou quantitativamente por equipamentos eletrónicos de medição (objetiva). (12)

Os princípios da cor têm origem em Newton (1960s) e podem ser descritos, segundo Munsell, em termos de Matiz, Cromo e Valor. (13) A matiz ( $h^*$ ) é a qualidade que distingue uma família de cores de outra, é a cor associada a um comprimento de onda no espectro visível. Na escala de cores Vita é representada pelas letras (A-B-C-D). O croma ( $C^*$ ) corresponde à saturação ou intensidade da matiz e é representado por números (1-3,5-4). O valor ( $L^*$ ) representa a luminosidade, numa escala de cinzas que vai de preto a branco. Cromo e valor são inversamente proporcionais. (14)

## **2.1. Métodos de determinação de cor**

Existem dois métodos que têm sido utilizados para a análise de cor de um objeto: o método visual e o método instrumental.

### **2.1.1. Método Visual**

O método visual é o método mais usado para relacionar a correspondência de cores e é baseado na comparação visual de um objeto com uma escala de cor standard – *guias de cor*. (15-17) No caso da cor dentária, o mesmo se passa. No entanto, estudos revelam que existe falta de padronização, uma vez que as diferentes escalas de cor não apresentam as mesmas tonalidades, mesmo sendo do mesmo fabricante. (14) Por este motivo, a utilização das escalas de cor tem sido muito contraditória e subjetiva visto estarem dependentes de vários fatores tais como: condições de luz externas, experiência, idade, fadiga do olho humano. (16,18)

As escalas de cor mais usadas são a escala VITAPAN Clássica e a escala VITAPAN 3D- Master (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha), sendo muito utilizadas tanto em ambiente de consultório como para comunicação com o Laboratório de Prótese Dentária. (19,20)

#### **2.1.1.1. VITA Clássica (VC)**

A escala de cores VITAPAN Clássica apresenta 16 guias de cor, onde a matiz é classificada com letras: A corresponde a laranja; B a amarelo; C a amarelo/cinza e D a laranja/cinza. O croma e o valor são classificados de 1 a 4, em que 1 representa o menos cromático e com maior valor e o 4, o mais cromático e de menor valor. (14) (Figura. 1)



**Figura 1** - Escala de cor VITA clássica.

(Adaptado de Raigan 2016).

#### 2.1.1.2. VITA 3D Master (VM)

Na década de 90, a VITA lançou a escala de cores VITAPAN 3D Master, com a finalidade de obter uma maior precisão na leitura de cor, de acordo com os seus três componentes, eliminando assim alguma da sua subjetividade. (21,22)

Esta escala é composta por 29 guias de cor, divididos por 5 grupos de acordo com a matiz. A determinação da cor com este sistema é efetuada seguindo três passos, começando por definir o valor, depois o croma e, finalmente, a matiz. A distribuição das guias na escala é feita segundo as três dimensões de Munsell, sendo que o valor é distribuído na horizontal, de forma numérica de 1 a 5, o croma é classificado na vertical com numeração de 1;1,5;2,5 e 3 e a matiz é classificada em M (média), L (amarela) e R (mais vermelha). (23) (Figura 2)



**Figura 2** - Escala de cor VITA 3D Master incluindo as guias de cor “bleaching”.

(Adaptado de Raigan 2016)

Este tipo de escala é baseado nas principais classificações de cor, e torna possível fazer referência a um parâmetro da cor de cada vez, em vez de dois em simultâneo, como acontece com as escalas de cor Clássicas. (14) No entanto, apesar desta vantagem existem limitações, sendo que por um lado, ao implicar uma abordagem diferente da tradicional requer uma aprendizagem da sequência da seleção de cor e por outro, só a marca VITA utiliza esta codificação na identificação de massas de cerâmicas. (24)

#### 2.1.2. Método instrumental

Para eliminar a variabilidade da seleção visual convencional, têm sido desenvolvidos equipamentos para a determinação da cor. (25) Estes permitem uma classificação mais precisa, rápida e uniformizada da cor. (26)

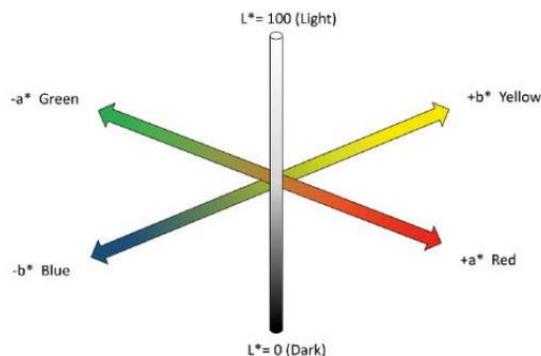
Os equipamentos que mais se destacam são os colorímetros, os espectrofotômetros e os sistemas de câmaras com software integrado. (27) Em medicina dentária os mais utilizados são os colorímetros e os espectrofotômetros por se tratarem de equipamentos mais rigorosos e que, definem a cor do dente através da medição da quantidade de composição espectral de luz na superfície do dente (28). A cor torna-se assim mais quantificável.

Os colorímetros são equipamentos simples e baratos utilizados para medir a cor e encarregam-se da medição dos valores *tristimulus* (quantidades de três luzes primárias que, quando misturadas aditivamente, irão corresponder a uma determinada luz para um observador). Estes dispositivos são constituídos por um filtro que simula o olho humano e que filtra a luz vermelha e regiões verde e azul do espectro visível, enquanto que os espectrofotômetros por contraste, medem a quantidade e composição espectral da luz refletida e convertem-na em valores tristimulares. (29) Ambos possuem um sistema de iluminação padrão não sendo afetados pela luz ambiente. (17,30) Os colorímetros não registam no espectro da reflexão e por isso são menos precisos relativamente aos espectrofotômetros. (17,29) Nos trabalhos de investigação sobre cor, os colorímetros são em comparação com os espectrofotômetros menos utilizados, visto não recolherem a totalidade da informação das curvas espectrais. (31)

Nos espectrofotômetros da marca VITA, as medidas das leituras de cor obtidas estão frequentemente ligadas a guias de cor VITA e são, depois, convertidas em equivalentes de escalas de cor de referência. Em comparação com as observações feitas pelo olho humano ou técnicas convencionais, estes aparelhos oferecem um aumento de precisão de 33% e de 93,3% na objetividade da escolha da cor. (17,32). Ainda segundo Paul *et al.*, a repetibilidade da escolha de cor por método convencional é de 26,6%, enquanto que a repetibilidade com a utilização de espectrofotómetro é de 83,3%. (32,24)

Qualquer um destes equipamentos está de acordo com o sistema CIELab\*. (20,29) Este é o sistema mais comum usado em dispositivos eletrónicos precisos e que se baseia num sistema de cores com coordenadas específicas reconhecidas pela *Commission Internationale de l'Eclairage* - Sistema Internacional para a avaliação da cor. Neste sistema, L\* representa as alterações na luminosidade (valores entre 0 e 100); a\* representa o croma no eixo vermelho-verde (com os verdes a representarem valores de coordenadas negativas e os vermelhos valores de coordenadas positivas); e b\* representa o croma no eixo amarelo-azul (com os azuis a

representarem valores de coordenadas negativas e os amarelos valores de coordenadas positivas). (20,24,33 e 34) (Figura 3)



**Figura 3-** Sistema L\*a\*b\*.

(Adaptado de *Ols* 2019)

Um outro sistema foi estabelecido para a medição de cor. Este inclui fórmulas para calcular diferenças de cor entre duas cores. No sistema CIELCh\*, L\* representa a luminosidade de uma amostra entre o preto (0) e branco (100); C\* é a medida da saturação de um croma e representa a distância do eixo neutro; h\* é a medida da matiz e é representada por um ângulo entre 0° e 360°. (18) A conversão dos valores de CIELab\* para CIELCh\* é meramente matemática, sendo traduzida pela fórmula:  $C^* = (a^2 + b^2)^{1/2}$  e  $h^* = \tan^{-1}(b/a)$ . Os valores de L\* são iguais nos dois sistemas. (19)

$\Delta E$  (Delta E)

O  $\Delta E$  é a distância entre dois pontos no espaço tridimensional de cor, quando expressas em L\*, a\* e b\*. Neste sistema, a diferença de cor entre dois objetos e é derivado da fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$$

onde  $\Delta L^* = (L_{amostra} - L_{controle})$ ,  $\Delta a^* = (a_{amostra} - a_{controle})$  e  $\Delta b^* = (b_{amostra} - b_{controle})$ . (24,35)

## **2.2. Limites de percepção visual**

Um dos importantes temas nas investigações é estabelecer valores de referência para o  $\Delta E$ , ou seja, perceber se o olho humano tem a capacidade de identificar essas diferenças e se estas têm influência no resultado clínico. (24,36)

O limite de perceptibilidade refere-se à menor diferença de cor ( $\Delta E$ ) que pode ser detetada por um observador. O limiar de aceitabilidade determina se essa diferença de cor é aceitável ou inaceitável e, desse modo, se implica ou não uma correção de cor da restauração. Assim, o valor  $\Delta E$  para o limite de perceptibilidade deve ser idealmente menor ou igual a 1,2; se for maior do que 1,2 o limite de aceitabilidade deve ser menor ou igual a 2,7. (37)

### **2.3. Vita Easyshade V**

O Vita Easyshade é um espectrofotômetro de uso intraoral portátil, com uma ponta tipo sonda com aproximadamente 5mm de diâmetro. Durante a leitura de cor a ponta de contato do espectrofotômetro ilumina o dente, a luz que daí resulta é conduzida através de cabos de fibra ótica de modo a ser traduzida e a possibilitar a determinação de um largo espectro de cores. Os programas disponíveis no equipamento permitem a determinação: da cor básica do dente natural, da média de cor, da cor por áreas, da cor de uma restauração cerâmica e de uma coroa análoga à determinação base da cor. (38)

### **2.4. Fatores que influenciam a cor final das restaurações**

A cor é dada pela interação da luz incidente com a superfície sobre a qual incide. No caso do dente, a quantidade de luz refletida e absorvida está dependente da espessura e translucidez da estrutura dentária. (39) Como o esmalte dentário é relativamente translúcido as propriedades óticas da dentina desempenham um papel mais importante na cor final. (13)

Por sua vez, a translucidez numa restauração, está assim dependente da natureza química da cerâmica, do tamanho das partículas, da textura de superfície, da presença de porosidades, do tempo de queima, do glaze, do fabricante e do ciclo de sinterização. (39,40 e 41) Segundo *Bacchi*, nas cerâmicas translúcidas, o tipo substrato pode ter uma significativa influência nas leituras de cor obtidas, e na cor final de uma restauração dentária. (42) A tonalidade do cimento resinoso utilizado, pode influenciar as cores finais das restaurações e até influenciar a sua aceitabilidade clínica. (41)

## 2 – Objetivos

Este estudo pretendeu avaliar a influência dos substratos (dentina, zircônia e metal Co-Cr) e dos cimentos (neutral e light) na cor das cerâmicas de zircônia pré-colorida de duas marcas comerciais distintas.

Formularam-se as seguintes hipóteses experimentais:

1 – Analisar a influencia do material de restauração na cor final da restauração

H0- O material de restauração não influencia a cor final da restauração;

H1- O material de restauração influencia a cor final da restauração;

2 – Analisar a influência do substrato na cor final da restauração

H0 – O substrato não tem influência na cor final da restauração;

H1 – O substrato tem influência na cor final da restauração;

3 – Analisar a influência do cimento na cor final da restauração

H0 – O cimento não tem influência na cor final da restauração;

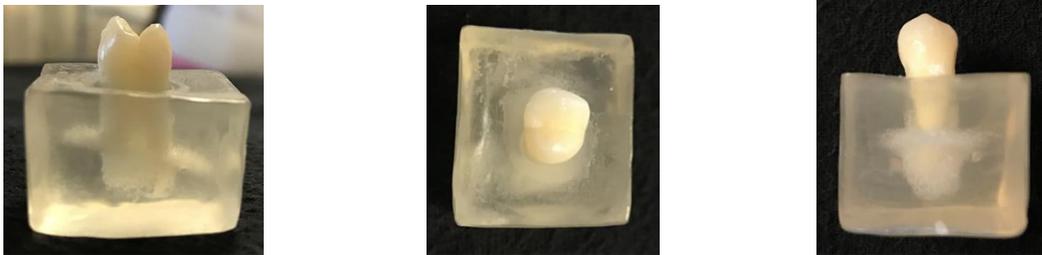
H1 – O cimento tem influência na cor final da restauração.

### 3 – Materiais e Métodos

#### 3.1. Confeção dos três substratos

##### 3.1.1. Substrato dente natural

Para a confeção do substrato “dente natural” foi escolhido um pré-molar hígido. O dente foi posicionado num cubo de acrílico transparente deixando exposta a porção coronária e obtendo-se um suporte adequado. (Figuras 4, 5 e 6)



**Figuras 4, 5 e 6** - Colocação do dente pré-molar num bloco de acrílico transparente, garantindo um bom suporte e exposição da área coronária.

De modo a garantir uma posição fiável na leitura de cor da superfície coronária, foi efetuada uma chave em silicone, fazendo com que o espectrofotómetro VITA EasyShade V fosse sempre colocado na mesma posição e as leituras efetuadas se situassem no terço médio da face vestibular do dente. (Figuras 7 e 8)

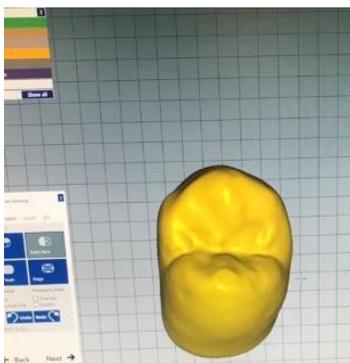


**Figuras 7 e 8** - Realização de uma chave de silicone e colocação do espectrofotômetro EasyShade V de modo a que todas as leituras sejam realizadas sempre no terço médio e na face vestibular de dente.

Realizaram-se três leituras de cor do dente consecutivas, utilizando o VITA EasyShade V no programa “Determinação da cor em dentes naturais”. E obteve-se a cor final A2 correspondente na escala de dentes VITAPAN clássica. (Figura 9)



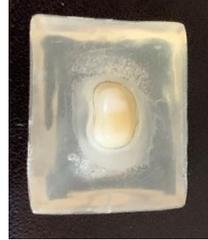
**Figura 9** - Obtenção da cor do dente padrão (A2) após três leituras de cor consecutivas.



Para preservar a forma do dente foi feita a sua digitalização, colocando o cubo de acrílico no Scanner S600 Arti (Zirkonzahn, Itália). O dente pré-molar foi digitalizado, recorrendo ao programa de software Zirkonzahn Modeller, obtendo-se o primeiro ficheiro stl (STL 1). (Figura 10)

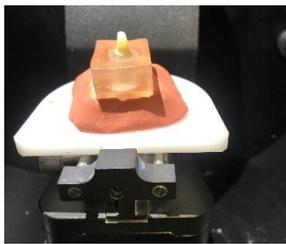
**Figura 10** - Digitalização do dente Pré-Molar no scâner S6000 Arti, utilizando o software Zirkonzahn Modeller.

Realizou-se uma matriz de silicone do dente para controlar o desgaste homotético de 1,5 mm de espessura em todas as superfícies da coroa. (Figuras 11, 12 e 13)



**Figuras 11, 12 e 13** - Fotografias do preparo dentário realizado no dente Pré-Molar.

Após o talhe do dente foi realizada nova digitalização do preparo dentário, obtendo-se o segundo ficheiro (STL2). (Figura 14)

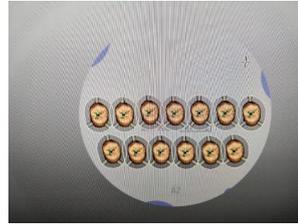
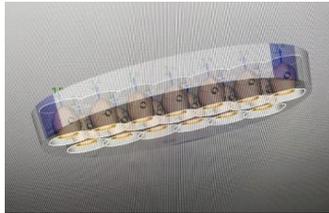


**Figura 14** - Colocação do bloco de acrílico com o dente já preparado, no scanner para obtermos a segunda digitalização.

Tendo em conta a cor já identificada anteriormente (A2 VITA), foram seleccionados os blocos de zircónia pré-colorida de cada uma das marcas comerciais. Da marca Amann Girrbach (AG) o bloco Ceramill Zolid Ht+ preshades de 98mm de diâmetro e 14mm de altura, lote 190006 (AG, Áustria) e da marca Zirkozahn (ZZ) o bloco de zircónia Anatomic Coloured de 95mm de diâmetro e 12 mm de altura, lote ZB7173C (ZZ, Itália).

Para a realização dos espécimes optou-se por fresar cada um dos materiais cerâmicos no equipamento da própria marca. Os blocos de zircónia da marca AG foram fresados no laboratório Corus e o bloco de zircónia da ZZ foi fresado no laboratório Hi-Tec. Os dois ficheiros (STL 1 e STL 2) foram abertos no software de cada marca e foram fresadas 10 coroas na fresadora Ceramill Motion 2 (AG) e outras 10 coroas na fresadora M1 Heavy Metal (ZZ). (Figuras 15, 16, 17 e 18) Os ciclos de sinterização dos espécimes de zircónia foram os seguintes:

para a marca AG, as coroas estiveram no forno durante 10 horas atingindo a temperatura máxima de 1450° e para a marca ZZ o ciclo de sinterização durou 8 horas com temperatura máxima de 1500°.



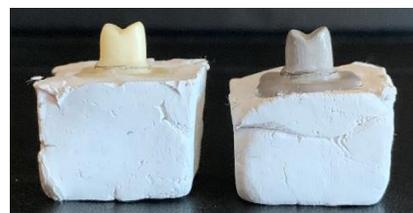
**Figuras 15 e 16** - Colocação e posicionamento das 10 coroas, num dos blocos de zircónia utilizados.



**Figuras 17 e 18** - Visualização das 10 coroas no bloco de zircónia da marca ZZ antes da sinterização.

### 3.1.2. Substrato Metal/Zircónia

Para a realização dos outros dois substratos, foi utilizado o segundo ficheiro (STL 2) e foram fresadas duas réplicas do mesmo em materiais da marca AG. O primeiro, simulando as características de um pilar de zircónia, foi fresado em zircónia (Ceramill Zircónia, lote 160007, Áustria), o segundo, simulando um pilar de Co-Cr (Ceramill Sintron, lote 180004, Áustria). (Figura 19)



**Figura 19** - Fotografias dos dois substratos obtidos, sendo que são cópias fiéis do preparo realizado no dente natural.

### **3.2. Cimentos de resina Try-in**

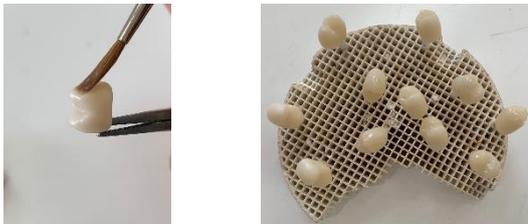
Foram utilizados dois cimentos de resina Try-in da marca Ivoclar AG (Liechtenstein) diferentes: o Variolink Esthetic Neutral (lote Y07845) e o Variolink Esthetic Light (lote X55680). (Figura 20)



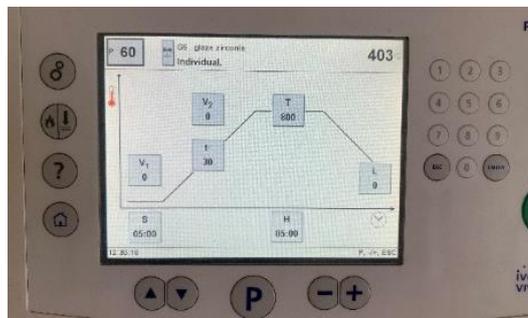
**Figura 20** - Fotografia dos cimentos de resina Try-in da Ivoclar utilizados neste estudo laboratorial.

### **3.3. Preparação das coroas**

Os espécimes obtidos, foram glaseados com a pasta de glaze da marca ZZ e colocados no programa de glaze no forno P500 da Ivoclar Vivadent, garantindo que os espécimes das duas marcas nunca se misturavam (Figuras 21, 22 e 23) De seguida, as restaurações foram ordenadas de forma numérica de 1 a 10. (Figura 24)



**Figuras 21 e 22** - Aplicação de glaze em todas as coroas envolvidas no estudo.



**Figura 23** - Visualização do programa de glaze no forno P500 da Ivoclar Vivadent.



**Figura 24** - Divisão e numeração das coroas segundo a marca a que pertencem.

### **3.4. Leitura de cor**

No presente estudo, as leituras de cor foram realizadas recorrendo ao espectrofotómetro EasyShade V (número de série H50953 e versão V507d; VITA Zahnfabrik, Alemanha). Este equipamento está equipado com fonte de luz padrão D65 (luz do dia) e é calibrado através do balanço de brancos.

Foi selecionado no equipamento o modo de leitura “Medição de Restaurações Dentárias”, com a cor de referência A2. As coroas de zircónia foram colocadas sobre o substrato “Dente Natural” interpondo uma gota de glicerol e fazendo pressão digital. O equipamento foi colocado no suporte, garantindo a medição de cor no terço médio da restauração e registando-se os valores correspondentes ao  $\Delta E^*$ ,  $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^*$ . Para cada uma das leituras de cor, foram efetuadas para cada espécime cinco leituras, calculando-se a média das cinco leituras em cada um dos parâmetros. Após este procedimento as coroas foram limpas com o auxílio de um cotonete humedecido em álcool etílico e bem secas com um jato de ar e todo o processo foi repetido para os substratos zircónia e metal. Os valores de  $\Delta E$  foram obtidos de forma sequencial e estando de acordo com a numeração das coroas.

Para os cimentos de resina try-in light e neutral, foi usado um procedimento semelhante. Desta forma, cada um dos cimentos foi colocado entre a restauração e os três substratos de forma individual, registando-se novos valores de  $\Delta E^*$ ,  $L^*$ ,  $C^*$  e de  $h^*$ .

### **3.5. Análise estatística**

Para a análise estatística dos resultados obtidos foi utilizada a aplicação informática SPSS para MacBook versão 25.0 (INC, Chicago, EUA).

Realizou-se a estatística descritiva dos resultados de  $\Delta E$  obtidos, tendo sido calculada a mediana e amplitude interquartil para cada grupo experimental.

A normalidade da distribuição da amostra foi avaliada com o teste de Shapiro-Wilk. Verificando-se que a amostra não seguiu uma distribuição normal, recorreu-se ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis para comparar os resultados de  $\Delta E$  dentro de cada variável em estudo (tipo de zircônia, tipo de substrato e tipo de cimento).

Para avaliar a influencia do cimento sobre o substrato foi realizada uma análise de variância unifactorial, seguida de testes post-hoc segundo o método de Tukey.

Para todos os testes estatísticos foi fixada uma significância de 0,05.

## 4. – Resultados

### 4.1 Análise dos valores de $\Delta E$

#### 4.1.1 Estatística Descritiva

A estatística descritiva, relativa aos resultados de  $\Delta E$  obtidos, utilizando duas marcas comerciais distintas de zircónia, alternando entre três substratos diferentes e recorrendo a dois cimentos diferentes, encontra-se apresentada na tabela 1.

**Tabela 1:** Valores médios, desvios padrões, medianas e intervalo interquartil para cada grupo experimental.

<u>Marca</u>	Substrato	Cimento	$\Delta E$			
			Média	Desvio padrão	Mediana	Intervalo interquartil
<u>AG</u>	Metal	Glicerol	7,1	0,3	7	7
		Light	7,1	0,2	7,1	7,55
		Neutral	5,8	0,3	5,8	5,75
	Zircónia	Glicerol	1,3	0,1	1,3	1,3
		Light	1,9	0,1	1,9	1,95
		Neutral	1,7	0,1	1,8	1,65
	Dente	Glicerol	2,1	0,2	2,1	1,8
		Light	1,9	0,1	1,9	1,85
		Neutral	2,5	0,2	2,5	2,2
<u>ZZ</u>	Metal	Glicerol	4,5	0,2	4,5	4,5
		Light	8	0,6	8	7,9
		Neutral	3,8	0,1	3,8	3,9
	Zircónia	Glicerol	3,7	0,1	3,7	3,6
		Light	4,6	0,1	4,7	4,6
		Neutral	4,1	0,2	4,1	4,4
	Dente	Glicerol	4,1	0,1	4,1	4
		Light	5,6	0,2	5,6	5,65
		Neutral	3,5	0,1	3,5	3,45

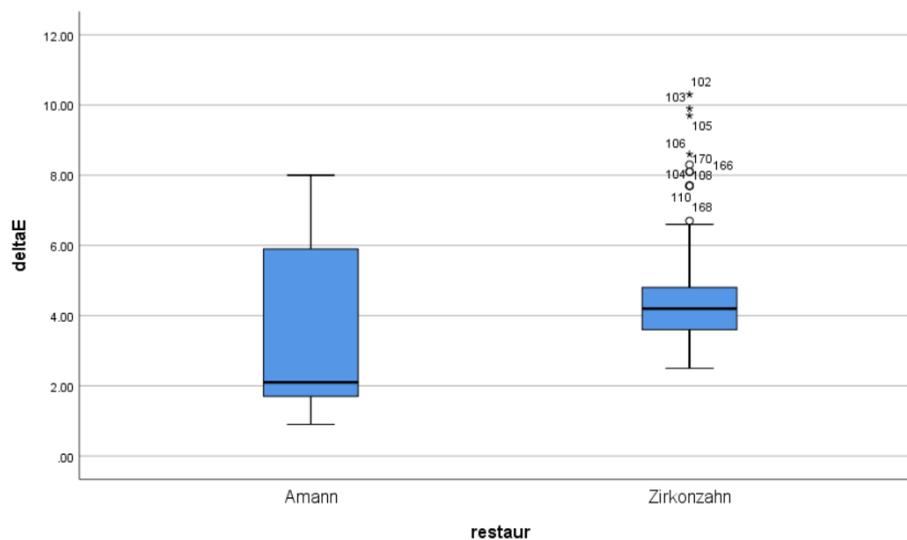
Pela leitura da tabela 1, é possível observar que os valores de  $\Delta E$  obtidos para os vários grupos experimentais da zircónia ZZ são próximos entre si, enquanto que na zircónia AG o mesmo não se verifica, com valores muito dispares no grupo do substrato metal.

O maior valor de mediana encontrado foi de 8 e corresponde à zircónia ZZ, utilizando o substrato metal e o cimento light. O menor valor de mediana foi de 1,3 na marca AG, tendo a zircónia como substrato e o glicerol.

#### 4.1.2 Estatística Inferencial

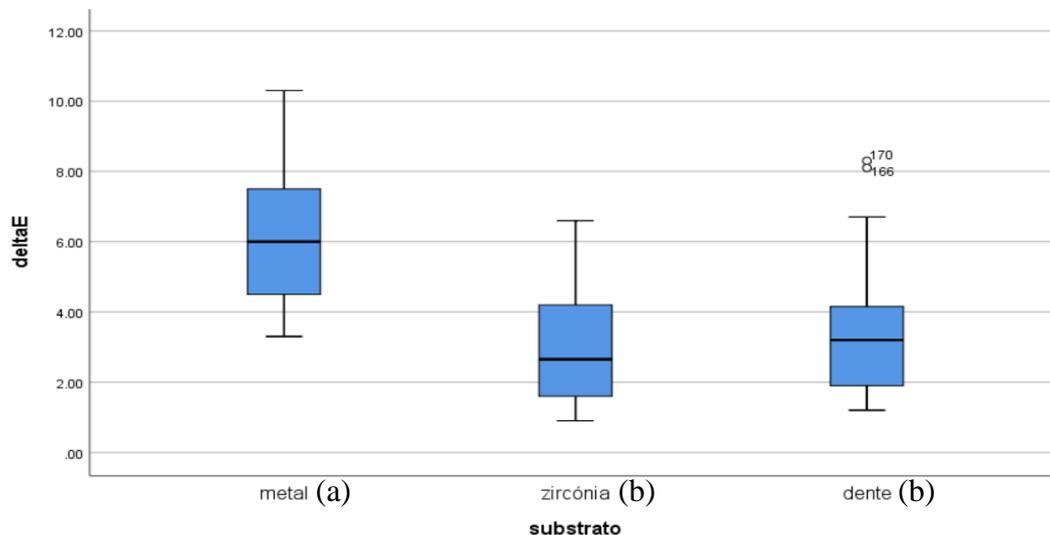
Os resultados de  $\Delta E$  obtidos foram analisados estatisticamente e, não se tendo verificado os pressupostos de normalidade de acordo com o teste Shapiro-will ( $p < 0,05$ ), recorreu-se ao teste não paramétrico de Kruskal-wallis para comparar os resultados dentro de cada uma das variáveis independentes. Fixou-se uma significância estatística em 0,05.

Foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) nos valores de  $\Delta E$  obtidos para as duas zircónias em estudo, com o menor valor mediano obtido para a marca AG (2,1) comparativamente à ZZ (4,2). (Figura 25)



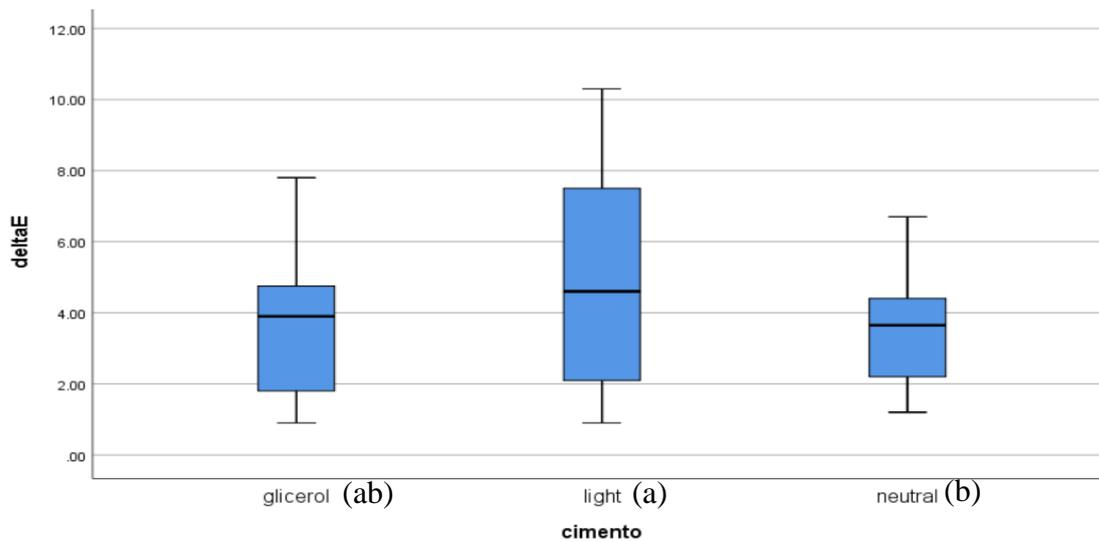
**Figura 25** - Representação gráfica da mediana e intervalo interquartil para os valores de  $\Delta E$  relativos às duas marcas de zircónia utilizada.

Relativamente aos valores de  $\Delta E$  obtidos para os diferentes substratos em estudo, foram também verificadas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre a zircônia e o metal ( $p = 0,000$ ) e entre o dente e o metal ( $p = 0,000$ ) mas não entre a zircônia e o dente ( $p = 0,933$ ). O menor valor de mediana obtido foi de 2,65 para o substrato zircônia, e o maior foi 6,0 para o substrato metal. (Figura 26)



**Figura 26** - Representação gráfica da mediana e intervalo interquartil para os valores de  $\Delta E$  relativos aos três substratos utilizados. Os substratos identificados com a mesma letra entre parêntesis, apresentam semelhança estatística ( $p > 0,05$ ).

Verificaram-se também diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) nos valores de  $\Delta E$  obtidos para os cimentos estudados. Assim, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre o glicerol e o cimento light ( $p = 0,072$ ) e entre o glicerol e o cimento neutral ( $p = 1,000$ ). Entre os cimentos neutral e light foram detetadas diferenças estatisticamente significativas ( $p = 0,032$ ). O menor valor de mediana obtido foi de 3,65 para o cimento neutral, e o maior foi de 4,60 para o cimento light . (Figura 27)



**Figura 27** - Representação gráfica da mediana e intervalo interquartil para os valores de  $\Delta E$  relativos ao glicerol e aos dois cimentos utilizados. Os cimentos identificados com a mesma letra entre parêntesis, apresentam semelhança estatística ( $p > 0,05$ ).

Os valores de  $\Delta E$  foram influenciados de forma estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) pelo tipo de restauração, substrato e cimento.

Para a marca AG e substrato Metal, foram detetadas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre o cimento neutral e o cimento light e glicerol, sendo que o cimento light e o glicerol não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Relativamente às restaurações da marca ZZ, existiram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre o cimento light e o cimento neutral e glicerol, sem diferenças estatísticas entre estes dois últimos ( $p > 0,05$ ). (Apêndice A.1.)

Relativamente ao substrato zircônia, tanto para a marca AG como para a marca ZZ foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) apenas entre o glicerol e o cimento light. (Apêndice A.1.)

Na marca AG e para o substrato Dente Natural, não existiram diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre os dois cimentos e glicerol. Relativamente à marca ZZ, foram detetadas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre o cimento light e o cimento neutral e glicerol, sendo que nos dois últimos não existiram diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ). (Apêndice A.1)

## 5 – Discussão

O estudo da cor é fundamental no âmbito da estética dentária sendo que, a cor de uma restauração é, sem dúvida um dos parâmetros com maior peso, quando os pacientes avaliam a qualidade final de uma restauração. Nesse sentido é importante conhecer e entender todos os aspetos relacionados com a cor do dente, materiais de restaurações e cimentos dentários utilizados. (43)

Apesar das cerâmicas de zircónia serem amplamente comercializadas, as cerâmicas de zircónia pré-coloridas são recentes e não estão muito estudadas. Desta forma, pretendeu-se estudar as propriedades óticas de restaurações em zircónia pré-colorida de duas marcas comerciais, sobre três tipos de substratos e utilizando dois cimentos de resina diferentes.

De acordo com os estudos de *Tabatabaiam (2018)*, *Gdoshi et al (2018)* e *Shaymaa (2019)*, a cor final das restaurações é influenciada pela espessura, grau de translucidez da cerâmica de zircónia, tipo de cimento e pelo substrato existente. (19, 44 e 45) As diferenças entre os resultados dos vários estudos podem ser atribuídas a variações nos testes realizados e/ou aos materiais utilizados. Para minimizar a influência destes fatores na cor final da restauração, neste estudo, utilizaram-se blocos de zircónia com cor padronizada, de duas marcas diferentes, de modo a que a cor das restaurações não fosse influenciada pelo operador e todas as leituras de cor foram realizadas no mesmo local. Para o equipamento utilizado o fabricante afirma que a luz ambiente não tem influência na cor final de uma restauração. (38)

Procurou-se assim, avaliar a influência do substrato e do cimento através dos valores  $\Delta E$ , na cor final das restaurações de zircónia (Zolid HT+ Preshade e Anatomic Coloured).

Para simular as várias situações passíveis de utilização deste tipo de material foram escolhidos três substratos: metal, com o objetivo de simular situações de reabilitação com falsos cotos ou pilares/interfaces para restaurações unitárias sobre implantes; esmalte e dentina, que simulam uma situação de preparação de um dente para reabilitação com uma coroa total; e zircónia branca, visando simular uma reabilitação sobre um pilar de implante em zircónia.

Os resultados obtidos demonstraram que os valores de  $\Delta E$  foram influenciados pelo substrato, cimento e marca de cerâmica, rejeitando deste modo as três hipóteses nulas apresentadas.

Apesar de ser perceptível a relação entre espessura e translucidez, existe pouca informação sobre a translucidez dos vários tipos de zircónia quando preparados nas exigidas espessuras clínicas. (4,24). Neste estudo, as amostras testadas foram produzidas com 1,5 mm de espessura homotética, de modo a simular a espessura média de uma restauração do tipo coroa. (11) No entanto, embora as restaurações tenham uma espessura constante e a cor padrão A2, nos resultados obtidos os valores de  $\Delta E$  foram distintos, sendo que o único valor considerado aceitável ( $\Delta E = 1,35$ ) foi para a marca AG com o substrato zircónia e interpondo o glicerol.

Nestes aparelhos, os erros sistemáticos são difíceis de controlar e afetam a sua exatidão. (46) Na realização deste estudo e após várias leituras de cor seguidas, o VITA Easyshade apresentava valores de  $\Delta E$  demasiado altos, assim, foi necessário repetir as leituras que já tinham sido efetuadas algumas vezes. De modo a evitar este problema optou-se por realizar poucas leituras seguidas.

A cor de referência utilizada foi o A2 da VITA e o espectrofotómetro analisa com base na escala VITA, contudo os blocos utilizados não são da marca VITA e é sabido que não existe coerência das guias de cor entre as várias marcas de materiais cerâmicos. (47) Por isso a utilização deste equipamento pode ter condicionado os resultados do estudo, contudo as escalas de cor VITA continuam a ser o “Gold Standard” para a seleção de cor.

No mercado existem várias tonalidades de zircónias monolítica pré colorida e a maioria está, relacionada com a escala de VITA clássica. Segundo o estudo de Alghazzawi *et al*, 2012, diferenças de cor foram relatadas para diferentes zircónias, visto que estas apresentam pequenas alterações dimensionais e estruturais ao nível dos grãos e dos limites de absorção e dispersão de luz, podendo o material comercializado individualmente por cada marca justificar essa diferença. (44,47)

As duas marcas de zircónia apresentaram valores estatisticamente diferentes sendo que a marca AG mostrou valores de  $\Delta E$  mais baixos. No meu entender, esta diferença pode dever-se a dois fatores: a composição das duas zircónias ser diferente e/ou os procedimentos de coloração destes materiais serem realizados de forma distinta.

Relativamente à composição das duas zircónias utilizadas, esta informação não é disponibilizada por nenhuma das marcas nos sites comerciais. No que diz respeito à coloração das zircónias, apenas no site da marca Zirkozahn (ZZ), explica o modo como esta “é colorida” para ficar na tonalidade pretendida. Assim, substâncias corantes são adicionadas ao pó da

zircónia nas primeiras etapas de produção, tornando a coloração mais homogênea e abrangente do material. Segundo esta marca, a coloração manual está um pouco obsoleta, e com este tipo de zircónia pretende-se obter uma maior economia de tempo durante a produção e evitam-se diferenças na caracterização, causadas por diferentes técnicas de trabalho dos vários TPD (técnico de prótese dentária), aumentando assim a segurança no processo de trabalho.

Relativamente às temperaturas de sinterização, estas determinam as propriedades da cerâmica, devido ao efeito que provocam na microestrutura e na fase cristalina. (48) No presente estudo, os ciclos de sinterização dos espécimes de zircónia das duas marcas foram diferentes. Na marca AG, o ciclo durou mais tempo, mas com temperatura inferior e na marca ZZ, o ciclo foi mais curto, mas a temperatura máxima atingida foi superior.

No entanto, em relação à temperatura de sinterização existe discordância na literatura. *Ebeid et al 2014* refere que, um aumento da temperatura e do tempo de sinterização promove uma maior translucidez, e por sua vez uma boa transmissão de luz, existindo uma relação direta entre aumento de temperatura e tamanho do grão. (49) Por outro lado, os estudos de *Stawarczyk et al 2011* e de *Jiang et al 2011* estão em conflito com esta suposição, pois referem que altas temperaturas de sinterização resultaram num maior grão, e esse fato por norma significa uma menor translucidez associada. (48,50) Os resultados obtidos neste estudo estão concordantes com a primeira afirmação, pois a zircónia que teve temperaturas de sinterização mais alta foi a ZZ, e estatisticamente foi a marca que obteve piores valores de  $\Delta E$ . No meu entender, os ciclos de sinterização com temperaturas mais altas favorecem a translucidez, no entanto, obter uma translucidez superior significa que o material cerâmico também é mais afetado pelo substrato.

Numa restauração, uma das etapas finais realizada no laboratório de prótese dentária é o polimento e/ou glaze. Estes procedimentos podem mudar as propriedades óticas da cerâmica pois afetam o brilho, rugosidade da superfície, e a luminosidade da restauração. (19) Segundo o estudo de *Kim et al 2016*, a nível de translucidez não há diferença entre estas duas etapas, pois a diferença de cor está abaixo do limite de perceptibilidade, tendo em conta que ambos os procedimentos diminuem o valor L. *Lee et al 2016* observou que a mudança de cor nas restaurações de zircónia induzida pelo glaze foi superior ao efeito do polimento. No entanto, em restaurações monolíticas o procedimento de glaze é recomendado de modo a evitar o uso de brocas. (19)

Segundo a literatura, um substrato que pode ser por exemplo um núcleo dentário, pode afetar a cor de uma restauração, especialmente quando um material restaurador translúcido é

aplicado, introduzindo algumas significativas limitações estéticas. O impacto do substrato na cor depende da intensidade, quantidade da transmissão de luz através da cerâmica usada. (51) Neste caso, e segundo os resultados obtidos, o substrato metal mostrou ter valores de  $\Delta E$  diferentes dos outros substratos, estando de acordo com o encontrado na literatura. Como alternativa ao substrato metal, existem os substratos de zircónia. (42) No presente estudo, o substrato zircónia mostrou ter valores de  $\Delta E$  semelhantes aos valores obtidos do substrato dente natural.

De acordo com a brochura fornecida pelo site da marca comercial Ivoclar, o cimento Light apresenta uma translucidez de 10% e o seu efeito numa restauração/coroa é o de “clarear ligeiramente”. Neste estudo é possível observar estatisticamente que na zircónia da marca ZZ os valores de  $\Delta E$  são superiores, sempre que usamos o cimento Light independentemente do substrato utilizado, ou seja, como esta cerâmica é mais translúcida deixa-se afetar por este cimento e a cor final da restauração ficou mais distante da pretendida (A2) apresentando valores de  $\Delta E$  aumentados. Por sua vez, na zircónia AG não existiu relação direta com nenhum dos cimentos usados, ou seja, no substrato metálico o maior valor de  $\Delta E$  foi obtido quando o glicerol foi interposto entre a restauração e o substrato e no substrato dente natural não se verificaram diferenças nos substratos utilizados.

De acordo com a literatura, os cimentos de resina podem influenciar a cor final nas cerâmicas feldspáticas e dissilicato de lítio devido ao alto nível de translucidez, no entanto, nas cerâmicas de zircónia apesar de terem um baixo nível de translucidez, o efeito do cimento na cor final também pode acontecer pois depende do tipo de zircónia utilizada. (51) Neste estudo ficou provado que nas cerâmicas de zircónia pré-colorida, os cimentos utilizados influenciaram a cor final das restaurações, pois os valores de  $\Delta E$  mudam consoante o cimento que era utilizado. Todavia, diferenças na espessura do cimento (0,1 ou 0,2 mm) pode afetar levemente a cor final das coroas monolíticas em cerâmica, mas como a espessura do cimento não pode ser completamente controlado pelos clínicos, não deve ser considerado um procedimento para corrigir a cor. (51)

Segundo *Paravina et al 2019*, o valor para o limite de perçetibilidade é menor ou igual a 1,2. (37) Neste estudo todos os valores de  $\Delta E$  foram superiores a este limite, e a única marca considerada “aceitável” pois está dentro dos limites de aceitabilidade (maior que 1,3 e menor ou igual a 2,7) é a marca AG, nos substratos zircónia e dente natural independente do cimento que foi utilizado.

Apesar da utilização de restaurações em zircónia pré-colorida pressupor uma maior facilidade na obtenção da cor escolhida visto esta estar pracionada, são necessários mais estudos sobre estas zircónias, visto a literatura existente ser muito escassa.

Fatores clínicos como coloração dentária, diferentes cimentos e distintas marcas de cerâmica de zircónia podem afetar a cor final de uma restauração. (19) Por isso, seria interessante que futuros trabalhos de investigação, que venham a estudar este tipo de zircónias pré-coloridas, se foquem noutros aspetos, nomeadamente incluir mais marcas comerciais, utilizar diferentes espessuras no preparo dentário, acrescentar outras guias de cor e analisar se aumentam, mantem ou diminuem os valores de  $\Delta E$ . Também seria pertinente, comparar todos estes valores, mas utilizando mais opacidades de cimentos de resina Try-in, pois todos estes aspetos poderão alterar os resultados obtidos neste estudo.

Outras hipóteses de estudo, seria medir a cor em diferentes terços do dente comparando os valores entre si, e explorar de forma independente os valores de  $L^*$ , de  $C^*$  e de  $h^*$ , para tentar entender o porquê deste acontecimento e perceber qual foi o parâmetro que mais influenciou estes resultados.

## 6 – Conclusão

A escolha do sistema de cerâmica utilizada, é fundamental no resultado estético das restaurações e na integração no ambiente oral especialmente quando as estruturas de suporte têm colorações diferentes da cor da dentina.

Tendo em consideração as limitações deste estudo *in vitro*, é possível concluir que:

- A cor final da restauração foi influenciada pelo tipo de cerâmica de zircónia pré-colorida, pelo tipo de substrato presente e pelo cimento utilizado;
- Para a marca AG, sobre um substrato de metal o cimento neutral foi o que menos influenciou a cor final da restauração; sobre um substrato de zircónia ou dente natural, a cor foi igualmente influenciada pelo cimento light ou neutral, sendo, portanto, indiferente a utilização de um ou outro material na cimentação da restauração;
- Para a marca ZZ, sobre um substrato de metal o cimento neutral foi o que menos influenciou a cor final da restauração; sobre um substrato de zircónia, a cor final da restauração foi igualmente influenciada pelo cimento light ou neutral, sendo, portanto, indiferente a utilização de um ou outro material; e sobre um substrato de dente natural, o cimento neutral foi o que menos influenciou a cor final da restauração.

## 7 – Referências Bibliográficas

- (1) Clark FJ. Measurement of color of human teeth. In: McLean JW, editor. Proceedings of the First International Symposium on Ceramics. Quintessence.1983:441-90.
- (2) Volpato C, Monteiro S, Andrada M, Fredel M, Petter C. Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. Dental Materials Journal.2009; 25:87-93.
- (3) Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hammerle C. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal–ceramic reconstructions after na observation period of at least 3 years. Part I: single crowns. Clinical Oral Implants Research.2007; 18:(3):73-85.
- (4) Tuncel I, Turp I, Usumez. Evaluation of translucency of monolithic zircônia and framework zircônia materials. Journal Adv Prosthodont.2016;8:181-6.
- (5) Carvalho IF, Marques TM, Araújo FM, Azevedo LF. Clinical performance of CAD/CAM Tooth-Supported Ceramic Restorations: A Systematic Review. The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry.2018;Vol 18: número 4.
- (6) Nakamura T, Okamura S, Nishida H, Nakano Y, Waskabayashi K, Sekino T. Fluorescence of thulium-doped translucent zircônia. Dental Materials Journal.2018:1-7.
- (7) Erdelt K, Engler M; Beuer F, Guth J, Liebermann A. Computable translucency as a function of thickness in a multi-layer zircônia. The jornal of prosthetic dentistry.2018:1-7.
- (8) Kim BK, Bae HEK, Shim JSS, Lee KW. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials.J Prosthet Dent.2005;94:357-62.
- (9) Quinn JB, Sundar V, Parry EE, Quinn GD. Comparison of edge chipping resistance of PFM and veneered zirconia specimens. Dent Mater.2010;26(1):13-20.
- (10) Kim H, Kim S. Comparison of the optical properties of pre-coloured dental monolithic zirconia ceramics sintered in a conventional furnace versus a microwave oven. J Adv prosthodont.2017; 9:394-401.
- (11) Kim H, Kim S. Optical properties of pre-coloured dental monolithic zircônia ceramics. Journal of Dentistry.2016:1-7.
- (12) Jarad F, Moss B, Youngson C, Russell M. The Effect of enamel porcelain thickness on color and the ability of a shade guide to prescribe chroma.Dent Mater.2007; 23:454–460.

- (13) Lee Y. Correlation between three color coordinates of human teeth. *Journal of biomedical optics*.2014 ;Vol 19(11).
- (14) Ragain J. A Review of Color Science in Dentistry: Shade Matching in the contemporary Dental Practice. *Journal of Dentistry, Oral Disorders & Therapy*. 2016; 4(2):1-5.
- (15) Guberina R, Celebic A, Powers J, Paravina R. Color discrimination of dental professionals and colour deficient laypersons. *Journal of Dentistry*.2011; E17-E22.
- (16) Paul S, Peter A, Pietrobon N. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*.2002;81(8):578-82.
- (17) Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental colour matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*.2010;38(SUPPL. 2):2-16.
- (18) Browning WD, Chan DC, Blalock JS, Brackett MG. A Comparison of Human Raters and an Intra-oral Spectrophotometer. *Operative Dentistry*. 2009;34-3:337-343.
- (19) Tabatabaian F, Behesti S. Color aspect of monolithic Zirconia Restorations: A Review of the literature. *Journal of Prosthodontic*.2018;1-12.
- (20) Ols C, Martin V. Reproducibility and reliability of intraoral spectrophotometers. *Dtsch Zahnärztl Z In*.2019;1:67-75.
- (21) Gürel. *The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers*. Chicago: Quintessence. 2003.
- (22) Moscardó A, Alemany I. Chromatic Appreciation in the Clinic and the Laboratory. *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal*.2006;11(4):363-68.
- (23) Marcucci, B. Using Tooth and Color Guides Together. *Journal of Prosthetic Dentistry*.2001;86(3):322-23.
- (24) Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: A Review. *Dental Materials*.2011;Vol 27:97-108.
- (25) Bahannan S. Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *Journal of Dentistry*.2014;Vol 42:48-52.
- (26) Pimentel W, Tiozzi R. Comparison between visual and instrumental methods for natural tooth shade matching. *General Dentistry*.2014; 62:(6):47-49.
- (27) Joiner A. Tooth colour: A review of the literature. *J Dent*.2004;32:3-12.
- (28) Lagouvardos P, Aggeliki F, Diamantopoulou S, Polyzois G. Repeatability and Interdevice Reliability of Two Portable Color Selection Devices in Matching and Measuring Tooth Color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.2009;101(1). The Editorial Council of the Journal of Prosthetic Dentistry:40-45.

- (29) Klotz A, Habibi Y, Corcodel N, Rammelsberg, hassel A, Zenthofer A. Laboratory and Clinical reability of two spectrophotometers. *Journal Esthet Restor Dent*.2018;1-5.
- (30) Sarafianou A, Kamposiora P, Papavasiliou G, Goula H. Matching repeatability and interdevice agreement of two intraoral spectrophometer. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.2012:178-185.
- (31) Technology JLL. The Principles of use of a spectrophotometer and its application in the measurement of dental shades. *Vita Zahnfabrik*.2003.
- (32) Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual And spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Re*.2002;81:578-82.
- (33) Stevenson B, Ibbetson R. The effect of the substructure on the colour of samples/restorations veneered with ceramic: A Literature Review. *Journal of Dentistry*.2010;Vol:38:361-368.
- (34) Turgut S, Bagis B. Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: In vitro study.2013;Vol 109:página 181-189.
- (35) Jaju R, Nagai S, karimbux N, Da Silva J. Evaluating Tooth Color Matching Ability of Dental Students. *Journal of dental Education*.2003;Vol:74:Num 9.
- (36) Khashayar G, Bain P, Salari S, Dozic A, Kleverlaan C, Feilzer A. Perceptibility And acceptability thresholds for colour difereces in dentistry. *J Dent*.2014;42:637-644.
- (37) Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent [Internet]*.2019;31(2):103-12.
- (38) Vita-Zahnfabrik. Vita Easyshade V Manual - Operating instructions.2015:1-44 p.
- (39) Lee Y. Color correlations six types of permanente anterior teeth. *Journal of Esthetic and Restirative Dentistry*.2016;Vol 28.
- (40) Manziuc M, Burde A, Negucioiu M, gasparik C, Colosi H. Effect of glazing on translucency, color and surface roughness of monolithic zircônia materials.2019:1-8.
- (41) Bayindir F, Koseoglu M. The effect of restoration thickness and resin cement shade on the color and translucency of a high-translucent monolithic zircônia. *The journal of prosthetic Dentistry*.2018:1-6.
- (42) Bacchi A, Boccardi S, Alessandretti R, Pereira G. Substrate masking ability and monolithic ceramics used for complete crowns and the effect of association with na opaque resin-based luting agent. *Journal Prosthodontic research*.2018:1-7.

- (43) Gomes-Polo C, Gomes M, Vinuela A, Parga J. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *Journal of Dentistry* n° 42.2014:742-745.
- (44) Ghodsi S, Jafarim Z. A Review on translucent Zirconia. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*.2018;26:62-74.
- (45) Elsaka S. Optical and Mechanical Properties of newly developed monolithic multilayer zircónia. *Journal of prosthodontics*.2019:219-284.
- (46) Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland. A Review of Tooth Colour and Whiteness. *Journal of Dentistry*.2008;36:2-7.
- (47) Alhazzawi T, Lemons J, Liu P, Essig M. Evaluation of the properties of CAD-CAM generated yttria-stabilized zircónia and glass-ceramic laminate veneers. *The journal of prosthetic Dentistry*.2012;300-309.
- (48) Jiang L, Liao Y, Wan Q. Effects of sintering temperature and particle size on the translucency of zirconium dioxide dental ceramic. *J Mater Sci:Mater Med*.2011; 22:2429-2435.
- (49) Ebeid K, Wile S, Hamdy A, Salah T, Etreby A, kern M. Effect of changes in sintering parameters on monolithic translucent zircónia. *Academy of dental materials*.2014. Elsevier.
- (50) Stawarczyh B, Ozcan M, Hallmann L, Ender A, Mehl A. The effect of zircónia sintering temperature on flexural strenght, grain size and contrast ratio. *Clin Oral Invest*.2012
- (51) Tabatabaian F. Color in zircónia based-restorations and related factos: a literature Review. *Journal of prosthodontics*.2018;Vol:27:201-221.

## Apêndices

### Apêndice A.1. Output dos testes post-hoc segundo o método de Tukey

#### Marca 1 (AG) com o substrato 1(Metal)

**deltaE**

Tukey HSD<sup>a</sup>

cimento	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
neutral	10	5.7500	
light	10		7.0700
glicerol	10		7.0800
Sig.		1.000	.999

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

#### Marca 2 (ZZ) com o substrato 1 (Metal)

**deltaE**

Tukey HSD<sup>a</sup>

cimento	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
neutral	10	3.8100	
glicerol	10	4.5300	
light	10		7.9500
Sig.		.371	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

#### Marca 1 (AG) com o substrato 2 (Zircônia)

**deltaE**

Tukey HSD<sup>a</sup>

cimento	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
glicerol	10	1.3500	
neutral	10	1.7400	1.7400
light	10		1.9500
Sig.		.073	.441

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

#### Marca 2 (ZZ) com o substrato 2 (Zircônia)

**deltaE**

Tukey HSD<sup>a</sup>

cimento	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
glicerol	10	3.6900	
neutral	10	4.1400	4.1400
light	10		4.6100
Sig.		.414	.383

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

#### Marca 1 (AG) com o substrato 3 (Dente natural)

**deltaE**

Tukey HSD<sup>a</sup>

cimento	N	Subset for alpha = 0.05
		1
light	10	1.8700
glicerol	10	2.0500
neutral	10	2.4600
Sig.		.190

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

#### Marca 2 (ZZ) com o substrato 3 (Dente natural)

**deltaE**

Tukey HSD<sup>a</sup>

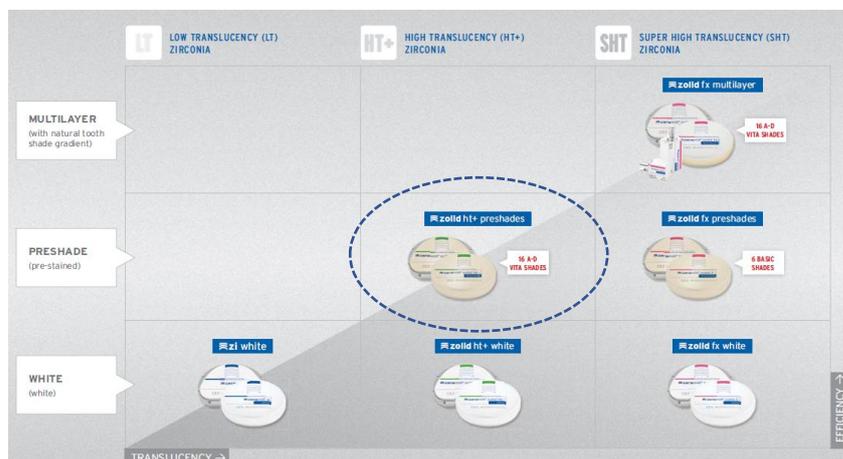
cimento	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
neutral	10	3.5300	
glicerol	10	4.1300	
light	10		5.5700
Sig.		.470	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

## Anexos

### Anexo A.1. Vários tipos de cerâmica de zircónia da marca AG



### Anexo A.2. Tonalidades disponíveis para o cimento Variolink Esthetic e respetiva translucidez

Tons	Efeito
Light + Translucidez approx. 5% (opaco)	Mais claro / mais esbranquiçado
Light Translucidez approx. 10%	None
Neutral Translucidez approx. 17%	None
Warm Translucidez approx. 12%	None
Warm + Translucidez approx. 8.5% (opaco)	Mais escuro / mais amarelado

### Anexo A.3. Tonalidades disponíveis para o cimento Variolink Esthetic e o seu efeito na restauração final

Tonalidade	Efeito	Indicação	
		Inlays / Onlays	Coroas / Pontes
Light +	Clareia consideravelmente	--*	✓
Light	Clareia ligeiramente	✓	✓
Neutral	Sem efeito	✓	✓
Warm	Escurece ligeiramente / mais amarelado	✓	✓
Warm +	Escurece consideravelmente / mais amarelado	--*	✓