



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**IMPACTO DA COR DO SUBSTRATO NA ESTÉTICA DAS
FACETAS**

Trabalho submetido por
Cristiana Alexandra Madeira Nogueira
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

novembro de 2022



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**IMPACTO DA COR DO SUBSTRATO NA ESTÉTICA DAS
FACETAS**

Trabalho submetido por
Cristiana Alexandra Madeira Nogueira
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Francisco Martins

e coorientado por
Prof. Doutor José Reis

novembro de 2022

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, Prof. Doutor Francisco Martins, pela sua disponibilidade durante toda a elaboração deste projeto, que de uma forma clara, objetiva e tranquila, me proporcionou um percurso de investigação sempre apoiado e bem delineado.

Ao meu coorientador, Prof. Doutor José Reis, por todo o conhecimento científico que me facultou, assim como o apoio às necessidades e dificuldades que me foram surgindo ao longo desta investigação.

À Catarina Gomes, por toda a sua ajuda, compreensão e tempo disponibilizado no que toca à parte laboratorial da investigação.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, pela formação de excelência que oferece e aos professores por me terem facultado, ao longo destes cinco anos, uma instrução de grande qualidade.

Também tenho de agradecer ao instituto por me ter dado o privilégio de conhecer ao longo deste curso as irmãs que sempre sonhei ter, nomeadamente, Cristina, Maria Inês, Mariana, Marta, Matilde e Sabina. Não houve uma única batalha lutada a solo, sempre encarámos todos os desafios e vitórias em grupo, sem deixar que nada ou ninguém nos separasse. Este grupo tornou-se numa fonte de inspiração e de motivação para prosseguir na minha caminhada futura.

À minha família pela motivação e apoio, sobretudo aos meus pais, por terem feito este longo sacrifício de 5 anos para me proporcionarem esta oportunidade, sei que não foi fácil e agradeço do fundo do meu coração. Agradeço também à minha querida avó, por ser o pilar da minha vida, por me ter dado tudo mesmo quando não tinha nada para si mesma. A família não se escolhe, mas não podia estar mais feliz por estar na vida destas três pessoas a quem devo tudo o que tenho hoje. Por fim um grande agradecimento ao meu cão, Cookie, que sempre me apoiou com amor incondicional.

Por último quero agradecer a mim própria por acreditar em mim, por ter trabalhado arduamente, por nunca ter desistido, por ter tentado ajudar todos ao meu redor, por ter tentado fazer o mais correto e mais importante por ter sido eu mesma do início ao fim.

Resumo

Objetivo: O objetivo deste estudo compreende a avaliação *in vitro* das alterações de cor da cerâmica feldspática, quando utilizados diferentes cores de substratos, fazendo variar a espessura da cerâmica.

Materiais e Métodos: 40 amostras de cerâmica feldspática na cor A1 foram adquiridas, das quais 20 foram cortadas com uma espessura de 0,5mm e as restantes com 0,8mm. Com o intuito de simular a estrutura dentária subadjacente, foram confeccionadas 40 amostras de resina composta na cor A2 e A3, 20 por cada cor. Todas as amostras foram polidas. Posteriormente, foram formados quatro grupos de estudo, emparelhando as amostras de cerâmica com as de resina composta aleatoriamente, e, com recurso à glicerina, foi feita a sua união. A obtenção dos resultados do valor médio e desvio padrão de ΔE e das coordenadas (L^*), (a^*) e (b^*) foram feitos com um espectrofotómetro.

Resultados: Relativamente aos resultados do valor médio de ΔE , o valor máximo obtido (21,69) corresponde à cerâmica de 0,8mm com a base A3 e o valor mínimo (15,53) à cerâmica de 0,5mm com a base A2. Existem diferenças estatisticamente significativas entre todos os grupos estudados em relação ao ΔE ($p < 0,05$).

Conclusões: A cor da cerâmica feldspática é influenciada pela espessura da cerâmica e cor do substrato.

Palavras-chave: Cerâmica, cor, espectrofotómetro.

Abstract

Objective: The aim of this study is to evaluate in vitro the color changes of feldspathic ceramics when different substrate shades are used and the thickness of the ceramic is varied.

Materials and Methods: 40 A1 colored feldspathic ceramic specimens were acquired, of which 20 were cut at a thickness of 0.5 mm and the rest at 0.8 mm. In order to simulate the underlying tooth structure, 40 composite resin samples in A2 and A3 were made, 20 per color. All samples were polished. Subsequently, four study groups were formed by randomly pairing the ceramic and the composite resin samples, and using glycerin, they were bonded together. Obtaining the results of the mean value and standard deviation of ΔE and the coordinates (L^*), (a^*) and (b^*) were done with a spectrophotometer.

Results: Regarding the results of the mean value of ΔE , the maximum value obtained (21,69) corresponds to the 0.8 mm ceramic with A3 base and the minimum value (15,53) to the 0.5 mm ceramic with A2 base. There are statistically significant differences between all the groups studied regarding ΔE ($p < 0.05$).

Conclusions: The color of feldspathic ceramics is influenced by the thickness of the ceramic and color of the substrate.

Keywords: Ceramics, color, spectrophotometer.

Índice Geral

I.	INTRODUÇÃO.....	11
II.	DESENVOLVIMENTO.....	13
	1. Cerâmicas dentárias.....	13
	1.1 Cerâmicas Vitreas.....	15
	1.1.1 Cerâmicas Feldspáticas.....	15
	1.1.2 Cerâmicas Sintéticas.....	16
	1.2 Cerâmicas Policristalinas.....	20
	1.2.1 Alumina.....	21
	1.2.2 Zircónia.....	22
	1.3 Cerâmicas Híbridas ou com Matriz de Resina.....	22
	2. Propriedades Óticas.....	24
	2.1 Cor.....	24
	2.2 Propriedades Óticas Primárias.....	25
	2.3 Propriedades Óticas Secundárias.....	26
	2.4 Medição da Cor.....	27
III.	OBJETIVOS.....	31
IV.	HIPÓTESES.....	33
V.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
VI.	RESULTADOS.....	41
VII.	DISCUSSÃO.....	47
VIII.	CONCLUSÃO.....	51
IX.	BIBLIOGRAFIA	53

Índice de Figuras

Figura 1 - Sistema de cores Munsel. Imagem retirada de (Ritter et al., 2019)	25
Figura 2 – Espaço de cor CIELAB. Imagem retirada de (Ly et al., 2020)	28
Figura 3 - Amostras de cerâmica feldspática e de resina composta.....	35
Figura 4 - Resina composta Filtek™ Supreme XTE Body shade A3 (3M ESPE, Minnesota, USA).....	35
Figura 5 - Cerâmica VitaBlocs® Mark II (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) A1 em blocos pré-fabricados (esquerda) e em amostra de compósito (direita).....	36
Figura 6 - Corte da Cerâmica.....	36
Figura 7 - Polidora para as amostras de cerâmica e resina.....	37
Figura 8 - Análise da cor das amostras utilizando um espectrofotômetro	39

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição das amostras por grupos de estudo.....	38
Tabela 2 -Cálculo do valor médio de ΔE e desvio padrão entre as amostras de cerâmica cimentada e as amostras de cerâmica inicial.....	41
Tabela 3 - Cálculo do valor médio da coordenada (L^*) e desvio padrão entre as amostras de cerâmica cimentadas.....	42
Tabela 4 - Cálculo do valor médio da coordenada (a^*) e desvio padrão entre as amostras de cerâmica cimentadas.....	43
Tabela 5 - Cálculo do valor médio da coordenada (b^*) e desvio padrão entre as amostras de cerâmica cimentadas.....	44

Lista de Siglas

Al₂O₃ - Óxido de alumínio

a* – Croma no eixo verde/vermelho

Bis- EMA – Bis-fenol etoxilado de dimetacrilato

Bis-GMA – Bis-fenol-a-glicidil dimetacrilato

b* – Croma no eixo azul/amarelo

CAD/CAM – Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing

CIELAB – Espaço de cor descrito pela Commission Internationale de l'Eclairage

G1A – Cerâmica dissilicato lítio 0,5mm + amostra de resina composta cor A2 (n=10)

G2A – Cerâmica dissilicato lítio 0,5mm + amostra de resina composta cor A3 (n=10)

G1B – Cerâmica dissilicato lítio 0,8mm + amostra de resina composta cor A2 (n=10)

G2B – Cerâmica dissilicato lítio 0,8mm + amostra de resina composta cor A3 (n=10)

K₂O - Óxido de potássio La₂O₃ - Óxido de Lantânio Li₂O – Óxido de lítio

L* – Coordenada no eixo representativo da luminosidade

MgO - Óxido de magnésio

mm – Milímetros

mw/cm² – Miliwatts por centímetro quadrado

n – Número da amostra

N – Newtons

RC – Resina composta

rpm – Rotações/minuto

SPSS – *Statistics Package for the Social Sciences*

% – Percentagem

ΔE – Variação de cor

I. INTRODUÇÃO

Um dos correntes desafios na Medicina Dentária é replicar com precisão a aparência do dente natural com recurso a materiais de restauração artificiais (Dede et al., 2017).

Os fabricantes têm sido motivados a desenvolver novos materiais, com o objetivo de proporcionar ao médico dentista a escolha da opção mais adequada para cada caso, visto que os pacientes têm vindo a aumentar as suas expectativas estéticas (Paken et al., 2021). Sucederam então diferentes tipos de cerâmicas, tais como, as cerâmicas feldspáticas, cerâmicas reforçadas com leucite, cerâmicas de dissilicato de lítio, cerâmicas de zircónia e cerâmicas híbridas (Tabatabaian, 2018).

Geralmente, os materiais elegidos em restaurações estéticas envolvem o uso da cerâmica, uma vez que, devido à revolução proporcionada pelas tecnologias de fabricação assistida por computador (CAD-CAM), é possível o fabrico de restaurações com qualidades mecânicas superiores e propriedades óticas semelhantes às do dente natural (Yildirim et al., 2021; Çakmak et al., 2021).

Assim sendo, as cerâmicas têm uma elevada demanda de uso na prática clínica em virtude da sua ótima biocompatibilidade e propriedades mecânicas, assim como excelentes resultados estéticos (Paken et al., 2021).

Cerâmicas como cerâmicas feldspáticas, infiltradas por vidro e zircónia, são usadas com a finalidade de imitar a cor e translucidez do dente natural. Todavia, as cerâmicas de zircónia marcam uma maior resistência em comparação com outras cerâmicas. Contudo, coube aos fabricantes a produção de cerâmicas de zircónia de alta translucidez para fornecer uma resistência adequada e translucidez satisfatória, uma vez que estas características não estavam presentes nas cerâmicas dentárias disponíveis no mercado (Tabatabaian et al., 2020).

Um sistema cerâmico com características mais translúcidas confere uma aparência realista devido à maior transmissão de luz através da restauração. No entanto, um sistema

cerâmico opaco tem propriedades físicas melhoradas, em contrapartida, não apresenta uma aparência natural tão satisfatória, em virtude do aumento do conteúdo cristalino para conferir uma maior resistência (Dede et al., 2017).

É importante ter em consideração que o sucesso estético de uma restauração cerâmica não conta só com o tamanho, forma e forma da superfície dos dentes naturais, como também com as propriedades óticas, tais como a opalescência, translucidez e cor. Para uma correspondência de cor plausível é esperado por parte do material restaurador que a luz que atinge a sua superfície seja refletida, difundida, absorvida ou transmitida, assim como acontece no dente natural (Çakmak et al., 2021; Dede et al., 2017).

Existem, no entanto, fatores que aparentam afetar a cor de restaurações mais translúcidas e o seu resultado estético no geral, tais como, o próprio material cerâmico, o núcleo da restauração, a cor do dente subjacente e o cimento escolhido (Dede et al., 2017).

A finalidade deste estudo *in vitro* compreende a avaliação das alterações das propriedades óticas da cerâmica feldspática, quando utilizados diferentes cores de substratos, fazendo variar a espessura da cerâmica.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Cerâmicas Dentárias

As cerâmicas são caracterizadas como materiais inorgânicos não metálicos, confeccionadas pelo aquecimento a altas temperaturas e subsequente resfriamento de compostos brutos como nitretos, carbonetos, óxidos metálicos e boretos, assim como misturas desses materiais. Por consequência, se um material for confeccionado por meio de outra técnica de processamento ou apresentar componentes orgânicos na sua constituição, não pode ser considerado um material cerâmico por definição (McLaren & Figueira, 2015).

Uma cerâmica que apresente ótimas propriedades mecânicas acompanhadas de um bom desempenho estético, adapta-se bem ao ambiente oral enquanto reproduz uma aparência semelhante ao dente natural (Tabatabaian, 2018).

Atualmente, existe uma vasta variedade de materiais ao dispor do processo de fabricação digital, o que acabou por tornar cada vez mais difícil a escolha de material a usar em diferentes tipo de reabilitação. Isto proporcionou um aumento de indicações na área da dentisteria, ortodontia e implantologia (Spitznagel et al., 2018). É importante não esquecer que, nos dias que correm, não existe um material que possua todas as características ou que possa ser aplicado em todas as situações clínicas (Naji et al., 2018).

Com a evolução da produção de sistemas cerâmicos e cimentos adesivos, foi aberta a porta ao uso de abordagens minimamente invasivas assim como o uso de restaurações mais finas (1,0-1,5 mm). É ideal que o preparo do dente fique pela camada de esmalte, que apresenta uma espessura de 0,5 a 1,0 mm, para que seja possível uma boa e duradora adesão com facetas de dissilicato de lítio. Isto resulta na procura de facetas altamente finas e translúcidas (Diniz et al., 2019; Czigola et al., 2019).

Devido a este reduzido preparo dentário juntamente com a sua capacidade de alteração e correção da anatomia dentária, as facetas acabam por ser um dos tratamentos cosméticos mais procurados em medicina dentária (Pissaia et al., 2019).

As restaurações de cerâmica podem ser usadas como restaurações monolíticas, que podem ser coradas quando necessário, assim como, restaurações *bi-layered*, núcleo ou estrutura é revestido por cerâmicas mais estéticas. De um modo geral, as restaurações monolíticas apresentam boas propriedades mecânicas, no entanto nem sempre têm tanto sucesso no que toca à estética, sendo por isso indicadas para o uso em zonas posteriores. Por outro lado, restaurações *bi-layered* estão indicadas para o uso em zonas estéticas, devido às suas altas qualidades estéticas (Warreth & Elkareimi, 2020).

As cerâmicas feldspáticas são regularmente usadas como facetas, estando as cerâmicas reforçadas com leucite e de dissilicato de lítio recomendadas para o uso de restaurações totalmente cerâmicas (facetas, coroas, *inlays*, *onlays*, pontes anteriores curtas) assim como, próteses parciais fixas. As cerâmicas policristalinas são regularmente usadas como restaurações monolíticas na região posterior (Warreth & Elkareimi, 2020).

É de extrema importância a existência de um sistema globalizado de classificação dos materiais cerâmicos, não só para fins de comunicação entre médicos dentistas, assim como para fins de educação sobre o tema. É fundamental que abranja informações sobre a região mais indicada para a atualização dos diversos materiais, para que tipo de restaurações e como proceder à sua cimentação (Gracis et al., 2015).

Diferentes sistemas de classificação têm sido propostos com base na composição, nas indicações clínicas, na microestrutura, no processo de fabrico (pó/líquido, maquinadas, prensadas), microestrutura, translucidez, resistência à fratura, desgaste antagonista, entre outros. Essas classificações, não só tendem a ser ambíguas ou inconsistentes, assim como, não permitem inclusão de novos materiais restauradores. Exemplo destes são as cerâmicas híbridas e o aumento do uso das cerâmicas policristalinas que forçaram a necessidade de formulação de novo sistema de classificação, este baseado na composição dos materiais (Gracis et al., 2015).

De acordo com esta classificação, as cerâmicas podem ser distribuídas por três grupos: cerâmicas vítreas, cerâmicas policristalinas e cerâmicas com matriz de resina, dependendo da fase ou fases presentes na sua composição química (Gracis et al., 2015).

Cerâmicas de matriz vítrea são materiais cerâmicos inorgânicos não metálicos que contêm uma fase vítrea, enquanto cerâmicas policristalinas são definidas como materiais cerâmicos inorgânicos não metálicos que não contêm vidro, mas apenas uma fase cristalina. No terceiro grupo, cerâmicas de matriz-resina, estão incluídos os materiais que possuem uma matriz polimérica, contendo compostos predominantemente inorgânicos (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

1.1. Cerâmicas Vítreas

Este grupo de cerâmicas, nomeado de cerâmicas vítreas, são materiais inorgânicos, não metálicos, que possuem uma fase vítrea (Gracis et al., 2015).

Esta família de cerâmicas pode ser dividida em grupos: cerâmica feldspática, cerâmica sintética e cerâmica infiltrada por vidro (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018). Pode também ser dividida em 3 subclasses, com base na percentagem de partículas adicionadas, tais como, cerâmicas altamente preenchidas por vidro, moderadamente preenchidas e predominantemente preenchidas (Warreth & Elkareimi, 2020).

1.1.1. Cerâmicas Feldspáticas

Este grupo de cerâmicas pertence à subclasse “predominantemente preenchidas por vidro” contendo pequenas quantidades de vários tipos de partículas. São constituídas à base de feldspato (KAlSi_3O_8) e apresentam quartzo (SiO_2) e caulim ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) na sua composição. O componente da matriz (55-65%) que é responsável pela fase cristalina e translucidez da restauração é o quartzo ou sílica (SiO_2). Também é acrescentado 20-25% de óxido de alumínio (Al_2O_3) com o objetivo de reforçar a cerâmica. Devido às suas propriedades opacas, o caulim é um silicato de alumínio hidratado que é utilizado numa quantidade limitada (4%), sendo adicionado na composição das cerâmicas como agente de ligação das partículas soltas (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Warreth & Elkareimi, 2020).

As cerâmicas feldspáticas, apresentando um coeficiente de expansão térmica de aproximadamente 10%, são utilizadas em casos mais conservadores, onde se encontra um extenso remanescente dentário ou estrutura dentária sã, como material estético aderido ao esmalte dentário. Estudos clínicos têm notado que existe uma elevada taxa de sucesso a longo prazo nestas condições, sendo 92% a percentagem remetente a *inlays* e *onlays* em 8 anos, 94% para facetas em 12 anos e de coroas a 95% aos 11 anos (Zhang & Kelly, 2017; Warreth & Elkareimi, 2020).

As indicações são, portanto, reabilitações dentárias incluindo facetas, *inlays*, *onlays*, revestimento de coroas metalocerâmicas e coroas de revestimento total cerâmico, uma vez que são translúcidas e pela sua capacidade de replicar a função e melhorar a estética do dente natural, assim como em substratos cerâmicos e ainda como um material estético aderido à estrutura dentária (Gracis et al., 2015; Warreth & Elkareimi, 2020).

Como exemplos de cerâmicas feldspáticas encontradas no mercado temos, IPS Empress Esthetic, IPS Classic, IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent, Vita VMK 68, Vitadur, Vident e Vitablocs, sendo esta normalmente a mais usada para CAD/CAM (Gracis et al., 2015).

1.1.2. Cerâmicas Sintéticas

As cerâmicas sintéticas são constituídas por uma fase cristalina e uma fase vítrea translúcida. Foram desenvolvidas com o objetivo de reduzir a probabilidade da formação ou propagação de fissuras, sendo isto possível devido à reforçada fase cristalina que acaba por melhorar as propriedades mecânicas deste material. Esta apresenta outras vantagens como, melhorar a opacidade e dispersão da luz, que por sua vez, ajuda a adaptar a cor da fase vítrea ao esmalte e dentina (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Como exemplos de cerâmicas sintéticas temos, as cerâmicas à base de leucite, cerâmicas de dissilicato de lítio e derivados, cerâmicas de dissilicato de lítio reforçado com zircónia e cerâmicas à base de fluorapatite (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Cerâmica à base de leucite

As cerâmicas à base de leucite são materiais resistentes à flexão devido à percentagem de cristais de leucite presentes na sua constituição, ronda dos 40 aos 55%, que se encontram distribuídos homogeneamente na matriz vítrea (Zhang & Kelly, 2017; Bajraktarova-Valjakova et al., 2018). As propriedades óticas deste material como a translucidez a fluorescência e a opalescência foram melhoradas, graças ao elevado teor de sílica presente, que se encontra por volta dos 60% (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Como exemplos encontrados no mercado temos a Ivoclar porcelain System (IPS) Empress (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) (Zhang & Kelly, 2017).

Cerâmica de dissilicato de lítio e derivados

As cerâmicas de dissilicato de lítio foram introduzidas no mercado como "IPS Empress 2" (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), caracterizadas por uma percentagem de 70% de dissilicato de lítio na sua fase cristalina, cristais de tamanho refinado incorporados numa matriz de vidro. Em comparação com a cerâmica à base de leucite, Empress (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), as cerâmicas de dissilicato de lítio estão em vantagem no que toca às características mecânicas, apresentando uma resistência à fratura três vezes maior (Zarone et al., 2019; Butt et al., 2019). Após uma década, nasceu a IPS e.max® Ceramic (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), podendo esta ser fabricada usando a tecnologia CAD/CAM ou por prensagem (Butt et al., 2019).

Este grupo cerâmico apresenta elevados níveis de biocompatibilidade, assim como uma baixa retenção de placa bacteriana e aderência à estrutura dentária (Zarone et al., 2019).

Aquando do processo de adesão à estrutura dentária, com este tipo de cerâmica a matriz vítrea pode ser *etched* com ácido hidrofúorídrico. Isto é de extremo interesse, uma vez que, permite a realização de uma preparação do dente minimamente invasiva, se o preparo for feito apenas em esmalte, pois a adesão aumenta a resistência da restauração. Este tipo de preparos é excelente para reabilitações usando facetas ou *onlays*. É também

recomendado o uso deste tipo de cerâmica pelos fabricantes para reabilitações de pontes de três unidades sendo os segundos pré-molares o pilar distal (Butt et al., 2019).

No geral, as cerâmicas de dissilicato de lítio são um material que apresenta uma boa resistência de adesão aos tecidos dentários, assim como fantásticas propriedades estéticas e mecânicas, tornando estas cerâmicas muito versáteis e muito procuradas no mercado (Zarone et al., 2019).

Cerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircónia

Comparando estas cerâmicas com as anteriormente referidas, este tipo de material cerâmico evidencia maior resistência à fratura e um módulo elástico e de dureza superiores. Este caracteriza-se por um material vitrocerâmico reforçado com zircónia altamente dispersa, que independentemente do elevado teor de sílica (55 a 65%) na sua constituição, melhora a resistência à flexão, após o *glaze* (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Os fabricantes asseguram que esta nova geração de cerâmicas combina as melhores propriedades tanto das cerâmicas vítreas como da zircónia (Elsaka & Elnaghy, 2016). Possibilitando uma opalescência, devido aos cristais de silicato de lítio, e fluorescência, conferida pelo elevado conteúdo de vidro, semelhantes às do dente natural (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

As cerâmicas de dissilicato de lítio reforçadas com zircónia, têm indicação para reabilitações usando facetas, *inlays*, *onlays*, coroas de pilares de implantes e coroas anteriores e posteriores (Elsaka & Elnaghy, 2016).

Cerâmica com base de fluorapatite

A cerâmica de vidro com base de fluorapatite apresenta propriedades mecânicas semelhantes a outras cerâmicas vítreas, no entanto, tem um grande bónus no que diz respeito à sua biocompatibilidade, pois liberta flúor (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Como exemplos no mercado encontramos, IPS e.max Ceram, que se apresenta em forma de pó e é utilizada no fabrico de facetas ou como material de revestimento para cerâmicas de vidro, e, também a IPS e.max ZirPress, na forma de lingotes prensáveis utilizados na produção de facetas e revestimento de estruturas de zircónia (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Este grupo cerâmico apresenta uma boa translucidez, assim como uma resistência à flexão, sendo então indicada para o uso em restaurações estéticas, tais como, *inlays*, *onlays*, coroas anteriores e posteriores e coroas suportadas por implantes. No entanto, é importante ter em consideração a cor do substrato aquando do revestimento com este tipo cerâmico, uma vez que, devido à sua alta translucidez está recomendada uma espessura de 1,5 a 2mm para fins de melhorar a cor final da restauração (Zarone et al., 2019).

Cerâmicas infiltradas por vidro

Tendo em consideração o constante insucesso de coroas posteriores totais em cerâmica, foi despertado o incentivo para o desenvolvimento de um material capaz de solucionar as dificuldades relacionadas com a resistência à fratura (Naji et al., 2018). Surgiram então, as cerâmicas infiltradas por vidro. Este tipo de material é fabricado utilizando a técnica CAD/CAM ou *slip casting* (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

As cerâmicas infiltradas por vidro também são conhecidas como cerâmica In-Ceram. Este grupo cerâmico, que é composto por uma massa infiltrada com um vidro de baixa viscosidade, inclui as seguintes cerâmicas: In-Ceram® Spinell, In-Ceram® Alumina e In-Ceram® Zirconia da Vita (Warreth & Elkareimi, 2020).

A composição química do núcleo poroso é de extrema importância estética e mecânica, uma vez que afeta as propriedades óticas e a resistência final da cerâmica (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018). Posto isto, devido à sua baixa resistência à fratura e grande translucidez, a A In-Ceram® Spinell é indicada para coroas unitárias na região anterior (Warreth & Elkareimi, 2020).

Uma vez que a In-Ceram® Alumina apresenta excelentes translucidez e resistência à fratura, por ação da sua composição de 70% de alumina e 30% de matriz de

vidro, está indicada para uso de coroas unitárias e pontes anteriores de três unidades (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Warreth & Elkareimi, 2020).

Em comparação com as cerâmicas anteriormente mencionadas, a In-Ceram® Zircônia revela uma maior resistência à fratura. Em contrapartida, fica aquém no que toca à sua estética pela sua opacidade, ficando limitada ao uso em coroas unitárias na região posterior e pontes de 3 unidades em qualquer região (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Warreth & Elkareimi, 2020).

Porém, a preferência no uso deste tipo de cerâmicas acaba por não ser muito frequente, não só pelo seu intrincado processo de fabrico, mas também, pela extensa fama e preferência ao uso de cerâmicas de dissilicato de lítio e zircônia (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

1.2. Cerâmicas Policristalinas

As cerâmicas policristalinas são constituídas por uma estrutura cristalina de grão fino com ausência de uma fase vítrea. Em comparação com as cerâmicas de vidro, apresentam uma alta resistência à fratura e resistência no geral, uma vez que neste grupo de cerâmicas os cristais estão dispostos em matrizes regulares, reduzindo assim o alastramento de possíveis fraturas (Butt et al., 2019; Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

No entanto, estas cerâmicas apresentam algumas desvantagens, como uma limitada translucidez e grande opacidade devido à sua densa rede cristalina (Gracis et al., 2015; Warreth & Elkareimi, 2020). A ausência de uma fase vítrea acaba por proporcionar uma resistência superficial da cerâmica ao condicionamento ácido com ácido hidrofúorídrico (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Previamente ao uso da tecnologia CAD/CAM, a confecção de restaurações cerâmicas policristalinas bem adaptadas não era exequível. Para produzir cerâmicas policristalinas é então necessária a presença dos principais compostos, a alumina e a zircônia (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

São indicadas para confecção de infraestruturas de coroas e pontes posteriores, uma vez que a opacidade, característica a este grupo de cerâmicas, confina o seu uso a zonas posteriores. Para melhoria estética é aconselhado um revestimento da peça com uma cerâmica feldspática (Butt et al., 2019)

1.2.1. Alumina

Este grupo de cerâmicas é constituído por óxido de alumínio (Al_2O_3), sendo o seu uso muito recorrido em medicina com fins de substituição óssea, devido à sua biocompatibilidade, resistência e desgaste à corrosão relativamente elevadas e à sua baixa fricção. No que diz respeito à medicina dentária, este mineral de alta dureza é utilizado com o objetivo de aumentar a estabilidade da cerâmica. Uma vez comparado com outros materiais cerâmicos, apresenta uma baixa condutividade térmica, alta resistência à flexão e a maior resistência à hidrólise (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

A primeira vez que foi introduzida no mercado, nos anos 90, foi pela Nobel Biocare. Esta tinha o intuito de popularizar o seu uso como material de núcleo para fabrico usando a técnica CAD/CAM (Gracis et al., 2015).

Como exemplos deste grupo cerâmico temos, Procera® AllCeram da Nobel Biocare e In-Ceram® AL (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Todavia, com o desenvolvimento de materiais como a zircónia, capazes de produzir restaurações mais resistentes devido às suas melhoradas capacidades mecânicas, o uso das cerâmicas policristalinas à base de alumina tem vindo a decrescer (Butt et al., 2019; Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

1.2.2. Zircónia

Este grupo cerâmico é caracterizado como uma cerâmica policristalina, heterogênea e extremamente resistente. Apresenta boas propriedades estéticas e mecânicas, uma notável biocompatibilidade e radiopacidade, assim como apresenta pouco desgaste da dentição antagonista (Zarone et al., 2019).

Uma das maiores razões de insucesso associadas a estas cerâmicas diz respeito à sua adesão ao dente, não sendo esta previsível atualmente. É então importante que a preparação dentária seja retentiva de modo a maximizar a retenção e resistência (Butt et al., 2019).

Como exemplos no mercado temos, “NobelProcera Zirconia, Nobel Biocare; Lava/Lava Plus, 3M ESPE; In-Ceram YZ, Vita; Zirkon, DCS; Katana Zirconia ML, Noritake; Cercon ht, Dentsply; Prettau Zirconia, Zirkonzahn; IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent; Zenostar, Wieland” (Gracis et al., 2015).

1.3. Cerâmicas Híbridas ou com Matriz de Resina

Na atualidade, ainda existe uma controvérsia entre autores sobre a correta classificação das cerâmicas com matriz de resina, estas não só podem ser denominadas de “cerâmicas híbridas”, assim como de “nanocerâmicas” (Spitznagel et al., 2018).

Estas cerâmicas são um grupo de materiais restauradores formulados para a técnica CAD/CAM. As características semelhantes aos polímeros juntamente com as propriedades físicas e mecânicas representativas das cerâmicas estão presentes neste grupo cerâmico (Ruggiero et al., 2021).

Quando comparadas com cerâmicas à base de feldspato ou cerâmicas vítreas, as cerâmicas híbridas apresentam um módulo de resiliência consideravelmente maior, não dando resultado a deformações permanentes ou falha aquando absorvidas tensões de maior calibre. Este grupo de cerâmicas também é caracterizado pelo módulo de

elasticidade que apresenta, sendo este semelhante ao da dentina. (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Çelik et al., 2018).

Uma das grandes vantagens que este grupo de cerâmicas apresenta está na sua reparação ou modificação com o auxílio de resina composta, apresentando estas um baixo nível de dificuldade de execução, sendo que podem ser feitas em boca. Outras vantagens estão presentes na sua resistência ao desgaste e na sua ação com a dentição antagonista, pela “gentil” ação do material híbrido sobre esta (Bajraktarova- Valjakova et al., 2018; Ruggiero et al., 2021).

Outro ganho com a escolha de uso de materiais híbridos, reside na adesão ao esmalte, que é possibilitada por não haver necessidade de realizar preparos extensos no dente natural (Alothman & Bamasoud, 2018).

Tendo em conta a sua composição, as resinas híbridas podem ser divididas em diferentes grupos, tais como, resina nanocerâmica, cerâmica vítrea infiltrada por matriz resinosa e cerâmica de sílica-zircônia infiltrada por matriz resinosa (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

No futuro é provável a adição de materiais a esta categoria de cerâmicas, particularmente os novos materiais introduzidos para restaurações estéticas (Gracis et al., 2015).

2. Propriedades Óticas

2.1. Cor

O sucesso de uma restauração dentária não está apenas dependente das propriedades mecânicas do material escolhido, tendo as propriedades óticas e a cor um grande papel, especialmente a ver dos pacientes e a suas expectativas estéticas. Posto isto, uma adequada escolha da cor a usar desempenha um papel fundamental neste sucesso estético, sendo importante que os médicos dentistas estejam o mais atualizados possível nos princípios da ciência da cor, assim como, técnicas e instrumentos a utilizar para corresponder tonalidades (Ritter et al., 2019; Willard & Gabriel, 2018).

São três os fatores necessários para a perceção da cor, a fonte de luz, o objeto e o observador, sendo estes de igual importância, pois apenas é necessária uma pequena alteração num dos elementos para alterar o resultado ótico final (Ritter et al., 2019).

A fonte de luz incide sobre o objeto, sendo uma parte dessa energia absorvida, transmitida ou refletida. Relativamente ao observador, nos tempos que correm, os autores não parecem estar de acordo em relação à sua influência na correspondência de cores, uma porção acredita que não existe correlação entre a escolha adequada da cor e o médico dentista e acredita a outra porção que a experiência, idade, cansaço ocular e outras variáveis do observador podem de facto alterar a opção de cor escolhida para a restauração (Pérez et al., 2022).

Um dos maiores desafios para o médico dentista é conseguir recriar a aparência do dente natural com recurso a materiais restauradores. Isto não é possível alcançar apenas com uma boa *performance* clínica, mas também laboratorial, sendo uma boa comunicação entre os dois essencial. A preferência por restaurações totais de cerâmica para substituir porções dentárias ou dentes ausentes, têm vindo a aumentar significativamente nos últimos anos. Isto deve-se às propriedades óticas conferidas por estes materiais, tais como, a translucidez, a opacidade e a opalescência, aproximando-se estas das propriedades óticas do dente natural. O anteriormente descrito juntamente com os parâmetros de cor como valor, matiz e croma, conseguem atingir o objetivo de uma

restauração estética indetetável em boca (Hashemikamangar et al., 2022; Alayad et al., 2021).

2.1. Propriedades Óticas Primárias

Entre os vários sistemas de cores existentes, o sistema de eleição para correspondência de cores a nível mundial é o Sistema de Cores Munsell (Figura 1). Este separa as cores em dimensões, como valor, matiz e croma, organizando-as no espaço tridimensional. Este sistema de cores é geometricamente cilíndrico e tem a vantagem de definir e padronizar pontos que podem ser utilizados para testes de percepção de cor humana (Ritter et al., 2019; Li et al., 2022).

Matiz é a dimensão de cor responsável por distinguir diferentes grupos de cores, sendo que estas são comunicadas usando termos como cor avermelhada, amarelada, esverdeada ou azulada. O valor representa o grau de luminosidade de um objeto e varia entre o preto e o branco. Pode ser considerado um exemplo prático, um aumento do valor de um dente após o processo de branqueamento dentário. O croma está relacionado com o grau de saturação da cor, ou seja, pode ser descrita como intensa ou pálida (azul-escuro ou verde-claro). À medida que o croma aumenta a matiz fica mais distinta (Ritter et al., 2019).

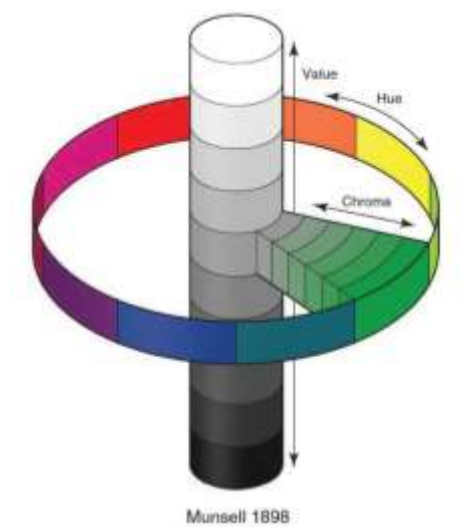


Figura 1 - Sistema de cores Munsel. Imagem retirada de (Ritter et al., 2019).

2.2. Propriedades Óticas Secundárias

Para além das propriedades óticas primárias, matiz, valor e croma, existem propriedades óticas secundárias, translucidez, opacidade e opalescência, de extrema importância na cor final da restauração (Rusnac et al., 2021).

A translucidez é definida pelo grau de dispersão da luz durante a transmissão da mesma, dando origem a um estado entre opacidade e translucidez completas. Esta propriedade ótica é expressa num parâmetro de translucidez relativa, que pode ser calculado com auxílio de um fundo branco e um preto, sendo a amostra colocada sobre ambos para ser calculada a diferença da cor (Ritter et al., 2019; Rusnac et al., 2021).

Um material altamente translucido consegue transmitir maior parte da luz sobre este incidida, mostrando com clareza o substrato presente, tendo este a capacidade de comprometer o resultado estético desejado da restauração se se encontrar descolorado e a escolha do material restaurador não for tomada com a devida translucidez em mente (Ritter et al., 2019; Rusnac et al., 2021).

A cor final de um material translucido pode ser alterada pela estrutura dentária remanescente, pela cor do cimento utilizado e pela espessura do material restaurador em si (Bayindir & Koseoglu, 2020; Czigola et al., 2019; Diniz et al., 2019). As cerâmicas dentárias apresentam cristais na sua matriz cristalina, controlando estes a quantidade de luz que é transmitida, refletida ou absorvida, sendo que, quanto maior o conteúdo cristalino menor acaba por ser a translucidez do material, ou seja, maior a opacidade. (Alayad et al., 2021).

Usando um dente natural como exemplo, a opalescência resulta da dispersão de luz entre duas zonas do esmalte que apresentem índices de refração diferentes. Sendo que comprimentos de onda curtos acabam por ser refletidos revelando uma tonalidade azulada e os comprimentos de onda mais longos, por exemplo o laranja e o vermelho, acabam por ser transmitidos pelo dente (Ritter et al., 2019).

A cor natural dos dentes é bastante complexa e resulta da combinação das propriedades óticas do esmalte e da dentina, sendo que a composição e estrutura destes

componentes dentários altera desde a zona cervical à incisal, apresentando esta uma maior translucidez à custa da falta de dentina subadjacente (Alayad et al., 2021; Pulgar et al., 2019).

No entanto, devido à elevada translucidez do esmalte, a dentina acaba por ser a principal estrutura responsável pela cor final da restauração. Se, por exemplo, um dente endodonciado for restaurado com um material cerâmico muito translucido, pode dar resultado a descolorações graças à estrutura dentária subadjacente escurecida (Alayad et al., 2021; Czigola et al., 2019).

2.3. Medição da Cor

Na atualidade, a escala Vita classical A1-D4 (VITA Zahnfabrik) é a mais frequentemente usada, contém 16 amostras de cor que podem ser ordenadas de acordo com a matiz ou valor da cor. Quando a escala é organizada na forma A-D, estamos perante uma organização por matiz, no entanto, está organizada por valor quando está disposta da cor mais clara para a mais escura. Cada amostra está associada a uma letra (A: vermelho-castanhado; B: vermelho-castanhado; C: vermelho- cinzentado; D: vermelho-cinzentado) e um número que dentro dos quatro diferentes grupos de letras representa o seu croma e valor (1: baixo croma, clara; 4: alto croma, escura) (Ritter et al., 2019; Rusnac et al., 2021).

No entanto, o sistema de cores usado no intuito de investigação é o CIELAB (estabelecido pela *Commission Internationale de l'Éclairage*). Este sistema permite expressar em unidades os diferentes parâmetros de cor. (Rusnac et al., 2021).

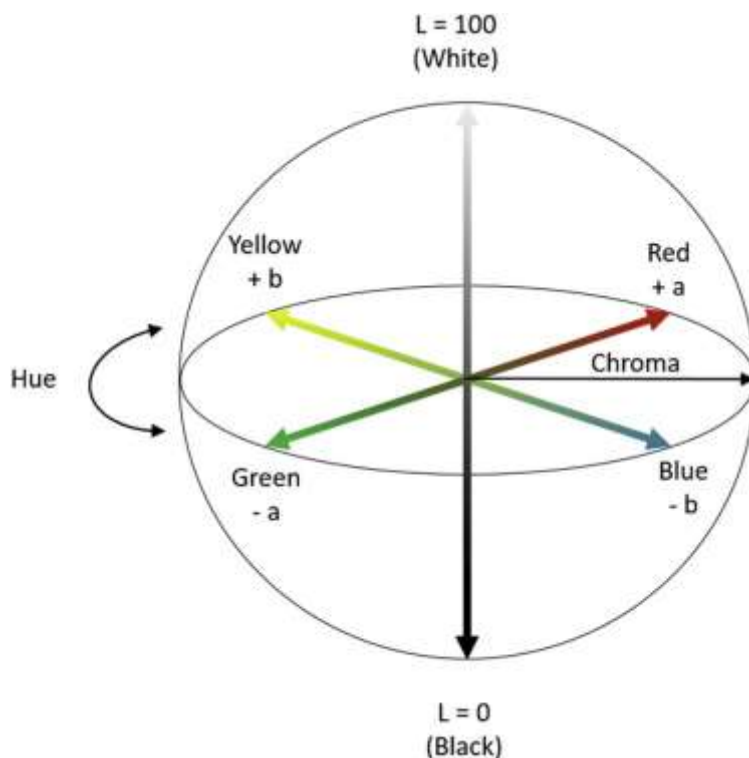


Figura 2 - Espaço de cor CIELAB. Imagem retirada de (Ly et al., 2020).

A determinação da cor é feita tridimensionalmente através de três coordenadas. (L^*) representa a luminosidade, ou seja, a quantidade de luz refletida por um objeto (0: preto; 100: branco). (a^*) quantifica a cor vermelha ($a > 0$: Vermelho, $a < 0$: verde). (b^*) quantifica a cor amarela ($b > 0$: amarelo; $b < 0$: azul) (Pustina-Krasniqi et al., 2017).

É um facto que, a maioria das correspondências de cores na prática clínica são feitas com o auxílio a uma escala de cores, no entanto, existem outros dispositivos tais como espectrofotómetros, colorímetros, e *scanners* digitais intraorais, numa tentativa de solucionar os problemas relacionados com a correspondência da cor (Yildirim et al., 2021).

Os espectrofotómetros tornaram-se uma ferramenta popular de correspondência de cor, pois as suas leituras são objetivas, padronizadas e rápidas. Estes são utilizados para medir diferenças de cor (ΔE) e translucidez. (Yildirim et al., 2021).

O espectrofotómetro mais popular de momento é o Easyshade da VITA, sendo a sua última geração denominada de Vita Easyshade V. Este aparelho usa as escalas de

cor Vita classical A1-D4 e Vita System 3D-Master para comparar os seus dados (Ritter et al., 2019).

Mesmo com todos estes avanços tecnológicos, ainda não é possível descartar a opinião do operador, assim sendo estes aparelhos devem ser usados no sentido de assegurar e confirmar a opinião do médico dentista sobre a correspondência de cores (Ritter et al., 2019).

III. OBJETIVOS

Objetivo

Este estudo pretende realizar uma avaliação *in vitro* das alterações da cor de uma cerâmica feldspática, com duas diferentes espessuras, quando utilizados dois substratos de cores diferentes.

IV. HIPÓTESES

Hipótese Nula:

A cor da cerâmica feldspática não é influenciada pela cor do substrato independentemente da espessura da cerâmica.

Hipótese alternativa:

A cor da cerâmica feldspática é influenciada pela cor do substrato independentemente da espessura da cerâmica.

V. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente investigação foi realizada no laboratório de Biomateriais do Instituto Universitário Egas Moniz.

Foram obtidas 40 amostras de cerâmica feldspática *VitaBlocs® Mark II* (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) cor A1 através de blocos pré-fabricados e 40 amostras de resina composta *Filtek™ Supreme XTE A2 e A3 Body Shade* (3M ESPE, Minnesota, USA) (Figura 3, 4 e 5).

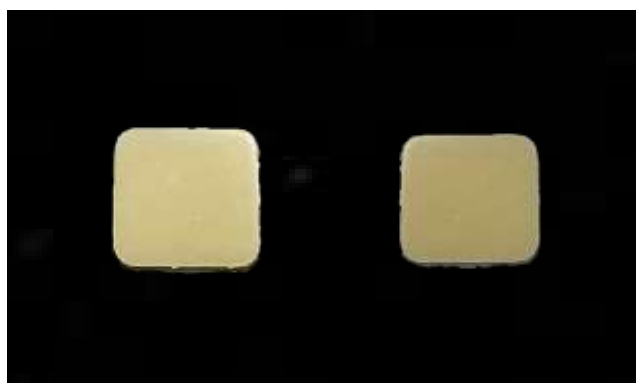


Figura 3 - Amostras de cerâmica feldspática e de resina composta.



Figura 4 - Resina composta *Filtek™ Supreme XTE Body shade A3* (3M ESPE, Minnesota, USA).



Figura 5- Cerâmica VitaBlocs® Mark II (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) A1 em blocos pré-fabricados (esquerda) e em amostra de compósito (direita).

As amostras de cerâmica foram cortadas com recurso a um micrótomo (*ISOMET 1000*, Buehler®, Lake Bluff, IL, USA) a uma velocidade de 250 rpm, usando um peso constante e água desionizada como refrigeração. Desta forma, foram obtidas 40 amostras de cerâmica em formato retangular. Destas 40 amostras, 20 foram cortadas com 0,5mm de espessura e as restantes 20, com 0,8mm de espessura (Figura 6).



Figura 6- Corte da Cerâmica.

As 40 amostras de resina composta foram obtidas através de uma matriz metálica confeccionada para o efeito composta por 40 orifícios com 12mm de largura e 1mm de espessura. A resina composta foi colocada nos orifícios com uma espátula angulada, pressionada por uma placa de vidro e fotopolimerizada durante 20 segundos com um fotopolimerizador (*EliparTM*, 3M, Saint Paul, EUA), com intensidade de luz 1000mw/cm² segundo as indicações do fabricante. Das 40 amostras de resina composta, 20 foram confeccionadas na cor A2 e as restantes na cor A3.

As amostras de cerâmica e resina composta foram polidas por uma polidora (*LabolPol-4*, Stuers, Espanha) consoante a sequência de lixas de grão 500, 1000, 1500 (*Bulher[®]*, Lake Bluff, IL, USA) durante 15 segundos por cada lixa a uma velocidade constante de 100 rpm (Figura 7).

Após o polimento e o corte das amostras foi utilizada uma craveira digital de precisão (*Heavyware[®] Tools*) para verificar a sua espessura em 3 pontos diferentes das peças.



Figura 7- Polidora para as amostras de cerâmica e resina.

Com recurso à fórmula RAND() do Excel, foi feito o emparelhamento das 40 amostras de cerâmica com as 40 amostras de resina composta, resultando em 4 grupos de estudo compostos por 10 amostras cada. De seguida, procedeu-se à união das amostras com glicerina, sendo que 10 amostras de cerâmica com 0,5mm de espessura foram unidas a amostras de resina composta A2 e as restantes 10 a amostras de resina A3. O mesmo procedimento foi realizado para as amostras de cerâmica com espessura de 0,8mm. Este processo resultou em 4 grupos de 10 amostras cada, numeradas de 1 a 40 (Tabela 1).

Grupos de Estudo

G1A: Cerâmica feldspática 0,5mm + amostra de resina composta cor A2 (n=10)

G2A: Cerâmica feldspática 0,5mm + amostra de resina composta cor A3 (n=10)

G1B: Cerâmica feldspática 0,8mm + amostra de resina composta cor A2 (n=10)

G2B: Cerâmica feldspática 0,8mm + amostra de resina composta cor A3 (n=10)

Tabela 1 – Distribuição das amostras por grupos de estudo.

	Espessura da Cerâmica	Substrato	Grupo
Grupos de Estudo	0,5mm	Amostra RC cor A2	<i>G1A n=10</i>
		Amostra RC cor A3	<i>G2A n=10</i>
	0,8 mm	Amostra RC cor A2	<i>G1B n=10</i>
		Amostra RC cor A3	<i>G2B n=10</i>

Total de amostras n=40

As medições das amostras foram feitas antes e depois da sua cimentação sobre um fundo cinzento com recurso a um espectrofotómetro EasyShade® V (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) (Figura 8), sobre condições padronizadas.



Figura 8 – Análise da cor das amostras utilizando um espectrofotómetro

Procurou-se obter resultados do cálculo de valor médio e do desvio padrão do ΔE (diferença de cor), e das coordenadas (L^*), (a^*) e (b^*) respetivamente, de cada um dos grupos de estudo após união dos materiais.

Os valores de (L^*), (a^*) e (b^*) obtidos pelo espectrofotómetro através do sistema CIELAB, permitiram o cálculo do ΔE , através da seguinte fórmula (Kilinc et al., 2011):

$$\Delta E = \sqrt{(L1 - L2)^2 + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2}$$

Análise estatística

A análise estatística foi realizada através de uma base de dados concebida no programa Statistics Package for the Social Sciences (SPSS[®]) para MacBook, versão 20.0 (SPSS[®], IBM, Ins, Chigago, IL, EUA). Realizou-se um teste two-way ANOVA e comparações múltiplas através do método de Bonferroni, com um intervalo de confiança a 95%.

VI. RESULTADOS

Foi possível a realização de testes paramétricos, *two-way* ANOVA, uma vez que os dados inseridos no software IBM SPSS Statistics – versão 20.0 demonstram uma distribuição normal na maioria dos grupos de estudo, não existindo *Outliers*.

Nas tabelas 2, 3, 4 e 5 podem ser observados os resultados do cálculo do valor médio e do desvio padrão de ΔE , e das coordenadas (L^*), (a^*) e (b^*) respetivamente.

Tabela 2 - Cálculo do valor médio de ΔE e desvio padrão entre as amostras de cerâmica final e as amostras de compósito.

Base	Espessura cerâmica		
	0,5mm	0,8mm	
A2	15,53 $\pm$ 0,52	17,22 $\pm$ 0,27	p<0,001 ^(a) (*)
A3	18,94 $\pm$ 1,08	21,69 $\pm$ 0,46	p<0,001 ^(a) (*)
	p<0,001 ^(a) (*)	p<0,001 ^(a) (*)	

(a) Two-way ANOVA

(*) Identifies a statistically significant difference for a 95% confidence interval

Avaliando os resultados da tabela 2, podemos verificar que o grupo G2B apresenta um valor de ΔE de 21,69, sendo o mais elevado. Em contrapartida, o grupo G1A apresenta o valor mais baixo dos 4 grupos de estudo, com 15,53.

Após analisar a variável da base, podemos constatar que tanto na utilização da base de cor A2 como a base de cor A3, a cerâmica de espessura de 0,8mm apresenta os resultados de valor médio de ΔE mais elevados. No entanto, a base A3 acabou por apresentar os valores mais elevados, em comparação com a base A2, tanto na cerâmica com espessura 0,5mm (G2A), como na de 0,8mm (G2B).

No que diz respeito aos resultados desta tabela, considera-se que estamos perante uma interação estatisticamente significativa entre as variáveis de estudo nos valores médios de ΔE , para um valor de $p=0,016$. Assim sendo, existem diferenças estatisticamente significativas entre as duas bases, tanto na espessura de cerâmica de 0,5mm ($p<0,001$) como na de 0,8mm ($p<0,001$). O mesmo foi verificado aquando da análise da espessura cerâmica tanto na base A2 ($p<0,001$) como na base A3 ($p<0,001$).

Tabela 3 - Cálculo do valor médio da coordenada (L^*) e desvio padrão entre as amostras de cerâmica cimentadas.

Base	Espessura cerâmica		
	0,5mm	0,8mm	
A2	88,85 $\pm$ 0,53	91,72 $\pm$ 0,54	$p<0,001^{(a)}(*)$
A3	88,56 $\pm$ 0,28	91,22 $\pm$ 0,38	$p<0,001^{(a)}(*)$
	$p=0,155^{(a)}$	$p=0,017^{(a)}(*)$	

(a) Two-way ANOVA

(*) Identifies a statistically significant difference for a 95% confidence interval

Considerando os resultados da tabela 3, podemos afirmar que o grupo que apresenta o valor mais elevado é o G1B, de 91,72, apresentando o grupo G2A um valor de 88,56, sendo o mais baixo dos 4 grupos.

Analisando a variável da base, podemos verificar que tanto na utilização da base de cor A2 como na base de cor A3, a cerâmica de espessura de 0,8mm apresenta os resultados de valor médio da coordenada (L^*) mais elevados. Porém, a base A2 acabou por apresentar os valores mais elevados, em comparação com a base A3, tanto na cerâmica com espessura 0,5mm (G1A), como na de 0,8mm (G1B).

Reconhece-se que não existe uma interação estatisticamente significativa entre as variáveis de estudo nos valores de (L^*) para um valor de $p=0,462$. Posto isto, não existem diferenças estatisticamente significativas entre as duas bases na espessura de cerâmica de 0,5mm ($p=0,155$). No entanto, existem diferenças estatisticamente significativas na espessura de 0,8mm ($p=0,017$). Em semelhança aos resultados anteriores aquando da análise da espessura cerâmica tanto na base A2 ($p<0,001$) como na base A3 ($p<0,001$) existem diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 4- Cálculo do valor médio da coordenada (a^*) e desvio padrão entre as amostras de cerâmica cimentadas.

Base	Espessura cerâmica		
	0,5mm	0,8mm	
A2	$-1,31 \pm 0,07$	$-1,66 \pm 0,14$	$p<0,001^{(a)}(*)$
A3	$-1,04 \pm 0,11$	$-1,63 \pm 0,09$	$p<0,001^{(a)}(*)$
	$p<0,001^{(a)}(*)$	$p=0,538^{(a)}$	

(a) Two-way ANOVA

(*) Identifies a statistically significant difference for a 95% confidence interval

O grupo que apresenta o valor mais elevado na tabela 4 é o G2A, de -1,04, apresentando o grupo G1B o valor mais baixo de -1,66.

Relativamente à análise da variável da base, é possível verificar que tanto na utilização da base de cor A2 como a base de cor A3, a cerâmica de espessura de 0,5mm apresenta os resultados de valor médio da coordenada (a^*) mais elevados. No entanto, a base A3 acabou por apresentar os valores mais elevados, em comparação com a base A2, tanto na cerâmica com espessura 0,5mm (G2A), como na de 0,8mm (G2B).

Existe uma interação estatisticamente significativa entre as variáveis de estudo nos valores de (a^*), para um valor de $p=0,001$. Consequentemente, existem diferenças estatisticamente significativas entre as duas espessuras de cerâmicas, tanto na utilização da base A2 ($p<0,001$) como na base A3 ($p<0,001$). Contudo, aquando da análise entre as duas bases, os resultados não são idênticos entre ambas, sendo que na espessura de cerâmica de 0,5mm existe uma diferença estatisticamente significativa ($p<0,001$), mas, no uso da cerâmica de espessura de 0,8mm não existe uma diferença estatisticamente significativa ($p=0,538$).

Tabela 5 - Cálculo do valor médio da coordenada (b^*) e desvio padrão entre as amostras de cerâmica cimentadas.

Base	Espessura cerâmica		
	0,5mm	0,8mm	
A2	9,46 $\pm$ 0,19	9,00 $\pm$ 0,32	$p=0,001$ ^(a) (*)
A3	10,62 $\pm$ 0,21	9,55 $\pm$ 0,33	$p<0,001$ ^(a) (*)
	$p<0,001$ ^(a) (*)	$p<0,001$ ^(a) (*)	

(a) Two-way ANOVA

(*) Identifies a statistically significant difference for a 95% confidence interval

Na tabela 5 podemos averiguar que o grupo que apresenta o valor mais elevado é o G2A, de 10,62, apresentando o grupo G1B um valor de 9,00, sendo o mais baixo.

Ao examinar a variável da base, podemos reconhecer que tanto na utilização da base de cor A2 como a base de cor A3, a cerâmica de espessura de 0,5mm apresenta os resultados de valor médio da coordenada (b^*) mais elevados. Porém, a base A3 acabou por apresentar os valores mais elevados, em comparação com a base A2, tanto na cerâmica com espessura 0,5mm (G2A), como na de 0,8mm (G2B).

Verificou-se que existe uma interação estatisticamente significativa entre as variáveis de estudo nos valores de (b*), para um valor de $p=0,001$. Assim sendo, verificou-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre as duas bases utilizadas, tanto na espessura de cerâmica de 0,5mm ($p<0,001$) como na de 0,8mm ($p<0,001$). Aquando da análise entre as duas espessuras cerâmicas, tanto na base A3 ($p<0,001$), como na base A2 ($p=0,001$), existem diferenças estatisticamente significativas.

VII. DISCUSSÃO

Nos últimos anos, tem vindo a aumentar a consciência dos pacientes no que toca à estética e não só à função das restaurações, levando a um aumento da procura tanto por parte dos pacientes como de clínicos por restaurações indistinguíveis que repliquem tanto as propriedades mecânicas como as óticas dos dentes naturais (Fayed et al., 2022).

Por consequência, é fundamental que os médicos dentistas estejam bem informados no que toca aos princípios da ciência da cor e nos instrumentos e técnicas para a sua correspondência (Ritter et al., 2019; Willard & Gabriel, 2018). Porém, o sucesso estético das restaurações não está apenas dependente do material cerâmico escolhido, sendo o núcleo da restauração, a cor do dente subjacente e o cimento escolhido significativos (Dede et al., 2017).

O objetivo deste estudo consiste na avaliação *in vitro* das alterações de cor da cerâmica feldspática, quando emparelhada com substratos de resina composta de cor A2 e A3, fazendo variar a espessura da cerâmica em 0,5mm e 0,8mm.

Havia preferência em escolher um material cerâmico capaz de reproduzir as propriedades óticas do dente natural, assim como, mecânicas. Assim sendo, o material escolhido foi a cerâmica feldspática assim como nos estudos de Blumentritt et al. (2021) e Tamam et al. (2020), À semelhança de Chongkavinit et al., 2021, Niu et al. (2014) e Turgut & Bagis (2013) foi escolhida a cor A1.

Em harmonia com os estudos realizados por Turgut & Bagis (2013) e Carraba et al (2020), as amostras de cerâmicas foram cortadas por um micrótomo, a uma velocidade de 250 rpm, usando um peso constante e água desionizada como refrigeração, com uma espessura de 0,5mm e de 0,8mm como relatam Dikicier et al. (2017), Çakmak et al. (2021) e Yildirim et al. (2021).

Com o intuito de replicar o substrato foram usadas bases de resina composta de 1mm, optando-se pelas cores A2 e A3 como nos estudos de Yildirim et al. (2021) e Pires et al. (2017).

De seguida, foi feito o polimento de todas as amostras, com recurso a lixas de grão 500, 1000 e 1500 como descreve Caglar et al. (2018) e Tabatabaei et al. (2018).

Seguindo o exemplo de Azer et al. (2011), foram estudadas 40 amostras na totalidade, sendo neste estudo estabelecidos 4 grupos de estudo, abrangidos por 10 amostras cada, assim como Al Ben Ali et al. (2014) e Hoorizad et al. (2021)

Uma vez que a finalidade deste estudo não é testar a influência das propriedades óticas do material de adesão utilizado, foi feito o emparelhamento das amostras dos grupos de estudo com um material não capaz de grande interferência na cor final da amostra tal como Yildirim et al. (2021) e Dozic et al. (2003), neste estudo foi usada a glicerina.

Para verificar as diferenças de cores entre as amostras, foi utilizado um espectrofotómetro Vita EasyShade V conforme Fayed et al. (2022), Pustina-Krasniqi et al. (2017) e Sonza et al. (2021), uma vez que estes instrumentos apresentam leituras objetivas, padronizadas e rápidas. Isto foi possível devido à obtenção de dados por parte do espectrofotómetro pelo meio do sistema CIELab usando um fundo cinzento, sendo a determinação da cor feita tridimensionalmente através de três coordenadas, (L^*), (a^*) e (b^*). Com recurso a estes dados foi possível fazer o cálculo do ΔE e estabelecer as diferenças óticas entre grupos de estudo à semelhança de Chen et al. (2015) e Bayindir & Koseoglu (2018).

De forma a complementar esta investigação, foi também analisado o valor médio e desvio padrão das coordenadas (L^*), (a^*) e (b^*), das amostras após o seu emparelhamento do mesmo modo que Al Hamad et al. (2020) e Pustina-Krasniqi et al. (2017).

Na tabela 2 foi feito o cálculo do ΔE , através das leituras feitas nas amostras iniciais de cerâmica e resina composta, seguidas da medição dos valores após o emparelhamento destas. Nas tabelas 3, 4, e 5, estão representados respetivamente os valores das coordenadas (L^*), (a^*) e (b^*) das amostras já emparelhadas.

Na tabela 2 é possível avaliar as duas variáveis, cor da base e espessura da cerâmica e determinar a sua intervenção na cor final da restauração. Nas tabelas 3, 4 e 5, é possível avaliar os valores das diferentes coordenadas nas amostras finais e fazer uma comparação das mesmas entre os 4 grupos de estudo, determinando qual a posição no eixo de cada coordenada.

Aquando da análise dos dados da tabela 2, podemos observar que o valor médio de ΔE na utilização de uma base A2 com uma cerâmica de 0,5mm de espessura é de 15,53, no entanto, existe um aumento desse valor proporcional ao aumento da espessura da cerâmica, para um valor de 17,22. O mesmo é verificado nos dois grupos de estudo associados à base A3. Assim sendo, é possível concluir que os valores de ΔE aumentam conforme a espessura da cerâmica aumenta, isto vai de acordo com os resultados de Igiel et al. (2018), Sari et al. (2018) e Omar et al. (2010).

É também possível observar que existe um aumento dos valores médios de ΔE nos grupos de estudo da cerâmica da mesma espessura, conforme o aumento de croma e valor do substrato, tendo isto sido verificado previamente por Igiel et al. (2018) e Dede et al. (2017).

Considerando os resultados da tabela 3, representante dos valores da luminosidade, medidos pela coordenada (L^*), correspondendo 0 à cor preta e 100 à cor branca, podemos afirmar que o valor médio mais baixo refere-se ao grupo de estudo que consiste no uso da amostra de cerâmica de 0,5mm de espessura com a base de cor A3, sendo que há um aumento desse valor quando se altera o substrato para uma cor A2 ou quando se aumenta a espessura da cerâmica usada para 0,8mm.

Posto isto, quanto mais espessa for a cerâmica usada maior a luminosidade da restauração final, assim como, quanto maior o valor e croma da base menores são os valores da luminosidade, ou seja, mais escura a restauração final. Isto vai de acordo com os resultados obtidos por Tamam et al. (2020).

A tabela 4 exhibe os resultados da coordenada (a^*), responsável pelo eixo vermelho-verde, sendo que para valores de (a^*) superiores a 0 estamos perante uma tonalidade vermelha e para valores inferiores uma tonalidade esverdeada.

Olhando para os resultados do grupo de estudo G1A, temos um valor de -1,31, sendo que há um aumento do mesmo quando olhamos para o grupo G2A, ou seja, com o aumento do croma e valor do substrato existe um aumento dos valores da coordenada

(a*), o mesmo acontece nos grupos G1B e G2B, ou seja, a cerâmica de maior espessura tem a mesma resposta ao aumento do croma e valor da base.

No entanto, olhando para resultados de grupos que usam a mesma cor de base, existe uma diminuição dos valores da coordenada, correspondente ao aumento da espessura cerâmica.

Por fim, a tabela 5 é representativa dos valores médios e desvio padrão da coordenada (b*), que quantifica o eixo azul-amarelo, ou seja, para valores de (b*) superiores a 0 temos uma tonalidade amarelada e para valores inferiores uma tonalidade azulada.

Avaliando os grupos da cerâmica de espessura 0,5mm encontramos os resultados mais elevados, em comparação com os grupos de cerâmica de 0,8mm de espessura. Assim sendo, existe uma diminuição dos valores da coordenada (b*) com o aumento da espessura da cerâmica. Também é de confirmar que independentemente da espessura da cerâmica existe um aumento quando do aumento do valor e croma da base.

Poucos são os estudos publicados que avaliem os parâmetros (a*) e (b*), não sendo, desta forma, possível realizar uma comparação dos resultados obtidos na presente investigação, face ao que se encontra disponível na literatura científica.

Sendo assim, a hipótese nula de que a cor da cerâmica feldspática não é influenciada pela cor do substrato independentemente da espessura da cerâmica é rejeitada.

VIII. CONCLUSÃO

Tendo em consideração as limitações deste trabalho experimental, todas as variáveis estudadas provocaram uma alteração na cor final da cerâmica feldspática. Assim sendo, podemos concluir que:

- 1) A cor final da cerâmica feldspática é influenciada pela sua espessura.
- 2) Diferentes cores de substrato provocam alterações na cor da cerâmica feldspática.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Al Ben Ali, A., Kang, K., Finkelman, M. D., Zandparsa, R., & Hirayama, H. (2014). The effect of variations in translucency and background on color differences in CAD/CAM lithium disilicate glass ceramics. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 23(3), 213–220. <https://doi.org/10.1111/jopr.12080>
- Al Hamad, K. Q., Obaidat, I. I., & Baba, N. Z. (2020). The Effect of Ceramic Type and Background Color on Shade Reproducibility of All-Ceramic Restorations. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 29(6), 511–517. <https://doi.org/10.1111/jopr.13005>
- Alayad, A. S., Alqhatani, A., Alkatheeri, M. S., Alshehri, M., AlQahtani, M. A., Osseil, A., & Almusallam, R. A. (2021). Effects of CAD/CAM ceramics and thicknesses on translucency and color masking of substrates. *The Saudi dental journal*, 33(7), 761–768. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2020.03.011>
- Alothman, Y., & Bamasoud, M. S. (2018). The Success of Dental Veneers According To Preparation Design and Material Type. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 6(12), 2402–2408. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.353>
- Azer, S. S., Rosenstiel, S. F., Seghi, R. R., & Johnston, W. M. (2011). Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. *The Journal of prosthetic dentistry*, 106(3), 179–183. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60117-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60117-0)
- Bajraktarova-Valjakova, E., Korunoska-Stevkovska, V., Kapusevska, B., Gigovski, N., Bajraktarova-Misevska, C., & Grozdanov, A. (2018). Contemporary dental ceramic materials, a review: Chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 6(9), 1742–1755. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.378>
- Bayindir, F., & Koseoglu, M. (2018). The effect of restoration thickness and resin cement shade on the color and translucency of a high-translucency monolithic zirconia. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(1), 149–154.
- Bayindir, F., & Koseoglu, M. (2020). The effect of restoration thickness and resin cement shade on the color and translucency of a high-translucency monolithic zirconia. *The Journal of prosthetic dentistry*, 123(1), 149–154. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.11.002>

- Blumentritt, F. B., Cancian, G., Saporiti, J. M., de Holanda, T. A., Barbon, F. J., & Boscato, N. (2021). Influence of feldspar ceramic thickness on the properties of resin cements and restorative set. *European journal of oral sciences*, 129(2), e12765. <https://doi.org/10.1111/eos.12765>
- Butt, K., Thanabalan, N., Ayub, K., & Bourne, G. (2019). *Demystifying Modern Dental Ceramics. Primary dental journal*, 8(3), 28–33. <https://doi.org/10.1308/205016819827601527>
- Caglar, I., Ates, S. M., & Yesil Duymus, Z. (2018). The effect of various polishing systems on surface roughness and phase transformation of monolithic zirconia. *The journal of advanced prosthodontics*, 10(2), 132–137. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.2.132>
- Çakmak, G., Donmez, M. B., Kashkari, A., Johnston, W. M., & Yilmaz, B. (2021). Effect of thickness, cement shade, and coffee thermocycling on the optical properties of zirconia reinforced lithium silicate ceramic. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 33(8), 1132–1138. <https://doi.org/10.1111/jerd.12808>
- Carrabba, M., Vichi, A., Tozzi, G., Louca, C., & Ferrari, M. (2020). Cement opacity and color as influencing factors on the final shade of metal-free ceramic restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25, 1–7.
- Çelik, E., Sahin, S. C., & Dede, D. Ö. (2018). Shear Bond Strength of Nanohybrid Composite to the Resin Matrix Ceramics After Different Surface Treatments. *Photomedicine and laser surgery*, 36(8), 424–430. <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4467>
- Chen, X., Hong, G., Xing, W., & Wang, Y. (2015). The influence of resin cements on the final color of ceramic veneers. *Journal of Prosthodontic Research* 59(3), 172–177.
- Chongkavinit, P., & Anunmana, C. (2021). Optical effect of resin cement, abutment material, and ceramic thickness on the final shade of CAD-CAM ceramic restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 125(3), 517.e1–517.e8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.029>
- Czigola, A., Abram, E., Kovacs, Z. I., Marton, K., Hermann, P., & Borbely, J. (2019). Effects of substrate, ceramic thickness, translucency, and cement shade on the color of CAD/CAM lithium-disilicate crowns. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 31(5), 457–464. <https://doi.org/10.1111/jerd.12470>
- Dede, D. Ö., Sahin, O., Özdemir, O. S., Yilmaz, B., Celik, E., & Köroğlu, A. (2017). Influence of the color of composite resin foundation and luting cement on the final color of lithium

- disilicate ceramic systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 117(1), 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.05.016>
- Dikicier, S., Ayyildiz, S., Ozen, J., & Sipahi, C. (2017). Influence of core thickness and artificial aging on the biaxial flexural strength of different all-ceramic materials: An in-vitro study. *Dental materials journal*, 36(3), 296–302. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-157>
- Diniz, R. S., Albuquerque, L., Tavares, R., Moffa, E. B., Lago, A., & Gonçalves, L. M. (2019). Correspondence between try-in pastes and resin cements, and color stability of bonded lithium disilicate disks. *Brazilian oral research*, 33, e009. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0009>
- Dozić, A., Kleverlaan, C. J., Meegdes, M., van der Zel, J., & Feilzer, A. J. (2003). The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 90(6), 563–570. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(03\)00517-1](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(03)00517-1)
- Elsaka, S. E., & Elnaghy, A. M. (2016). Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 32(7), 908–914. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.013>
- Fayed, A., Mohamed, H., Othman, H. (2022). A Comparison between visual shade matching and digital shade analysis system using K-NN algorithm. *Al-Azhar Journal of Dental Science*, 25(2), 133-141. doi: 10.21608/ajdsm.2021.85035.1211
- Gracis, S., Thompson, V., Ferencz, J., Silva, N., & Bonfante, E. (2015). A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. *The International Journal of Prosthodontics*, 28(3), 227–235. <https://doi.org/10.11607/ijp.4244>
- Hashemikamangar, S. S., Nahavandi, A. M., Daryadar, M., Valizadeh, S., & Özcan, M. (2022). Effect of glazing and polishing on opalescence and fluorescence of dental ceramics. *Clinical and experimental dental research*, 10.1002/cre2.669. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/cre2.669>
- Hoorizad, M., Valizadeh, S., Heshmat, H., Farnaz, S., Tabatabaei, & Shakeri, T. (2021). Influence of resin cement on color stability of ceramic veneers: In vitro study. *Biomaterial Investigations in Dentistry*, 8(1), 11–17.
- Igiel, C., Weyhrauch, M., Mayer, B., Scheller, H., & Lehmann, K. M. (2018). Effects of ceramic layer thickness, cement color, and abutment tooth color on color reproduction of feldspathic veneers. *The international journal of esthetic dentistry*, 13(1), 110–119.

- Li, M., Ju, N., Jiang, R., Liu, F., Jiang, H., Macknik, S., Martinez-Conde, S., & Tang, S. (2022). Perceptual hue, lightness, and chroma are represented in a multidimensional functional anatomical map in macaque V1. *Progress in neurobiology*, 212, 102251. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2022.102251>
- Li, R. W. K., Chow, T. W., & Matinlinna, J. P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology : State of the art. *Journal of Prosthodontic Research*, 58(4), 208–216. doi:10.1016/j.jpor.2014.07.003
- Ly, B. C. K., Dyer, E. B., Feig, J. L., Chien, A. L., & Del Bino, S. (2020). Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement. *The Journal of investigative dermatology*, 140(1), 3–12.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2019.11.003>
- Mclaren, E. A., & Figueira, J. (2015). Updating Classifications of Ceramic Dental Materials: A Guide to Material Selection. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 36(6), 400–405. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26053778>
- Naji, G. A. H., Omar, R. A., & Yahya, R. (2018). An overview of the development and strengthening of all-ceramic dental materials. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 11(3), 1553–1563. <https://doi.org/10.13005/bpj/1522>
- Niu, E., Agustin, M., & Douglas, R. D. (2014). Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. *The Journal of prosthetic dentistry*, 111(1), 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.09.005>
- Omar, H., Atta, O., El-Mowafy, O., & Khan, S. A. (2010). Effect of CAD-CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. *Journal of dentistry*, 38 Suppl 2, e95–e99. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.05.006>
- Paken, G., Yıldırım, B., Ünal, M., Tekeli, A., & Kırarslan, Ö. (2021). Colour agreement between try-in paste and resin cement: effect of background on zirconia-reinforced lithium silicate. *Australian dental journal*, 66(4), 406–412. <https://doi.org/10.1111/adj.12866>
- Pérez, M. M., Carrillo-Perez, F., Tejada-Casado, M., Ruiz-López, J., Benavides-Reyes, C., & Herrera, L. J. (2022). CIEDE2000 lightness, chroma and hue human gingiva thresholds. *Journal of dentistry*, 124, 104213. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104213>

- Pires, L. A., Novais, P. M., Araújo, V. D., & Pegoraro, L. F. (2017). Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *The Journal of prosthetic dentistry*, 117(1), 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.04.003>
- Pissaia, J. F., Guanaes, B., Kintopp, C., Correr, G. M., da Cunha, L. F., & Gonzaga, C. C. (2019). Color stability of ceramic veneers as a function of resin cement curing mode and shade: 3-year follow-up. *PloS one*, 14(7), e0219183. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219183>
- Pulgar, R., Lucena, C., Espinar, C., Pecho, O. E., Ruiz-López, J., Della Bona, A., & Pérez, M. M. (2019). Optical and colorimetric evaluation of a multi-color polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 35(7), e131–e139. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.03.010>
- Pustina-Krasniqi, T., Shala, K., Staka, G., Bicaj, T., Ahmedi, E., & Dula, L. (2017). Lightness, chroma, and hue distributions in natural teeth measured by a spectrophotometer. *European journal of dentistry*, 11(1), 36–40. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.202635>
- Ritter, A.V., Boushell, L. W., & Walter, R. (2019) *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry, 7th Edition*. Missouri: ELSEVIER
- Ruggiero, M. M., Soares Gomes, R., Pedroso Bergamo, E. T., Freitas, M., Bonfante, E. A., & Del Bel Cury, A. A. (2021). Resin-matrix ceramics for occlusal veneers: Effect of thickness on reliability and stress distribution. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 37(3), e131–e139. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.11.002>
- Rusnac, M. E., Gasparik, C., Delean, A. G., Aghiorghiesei, A. I., & Dudea, D. (2021). Optical properties and masking capacity of flowable giomers. *Medicine and pharmacy reports*, 94(1), 99–105. <https://doi.org/10.15386/mpr-1924>
- Sari, T., Ural, C., Yüzbaşıoğlu, E., Duran, I., Cengiz, S., & Kavut, I. (2018). Color match of a feldspathic ceramic CAD-CAM material for ultrathin laminate veneers as a function of substrate shade, restoration color, and thickness. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119(3), 455–460. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.02.022>
- Sonza, Q. N., Della Bona, A., Pecho, O. E., & Borba, M. (2021). Effect of substrate and cement on the final color of zirconia-based all-ceramic crowns. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 33(6), 891–898. <https://doi.org/10.1111/jerd.12632>

- Spitznagel, F. A., Boldt, J., & Gierthmuehlen, P. C. (2018). CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. *Journal of dental research*, 97(10), 1082–1091. <https://doi.org/10.1177/0022034518779759>
- Tabatabaei, M. H., Chiniforush, N., & Namdar, S. F. (2018). Effects of different ceramic primers and surface treatments on the shear bond strength of restorative composite resin to zirconium. *Laser therapy*, 27(2), 111–117. <https://doi.org/10.5978/islsm.18-OR-10>
- Tabatabaian, F. (2018). Color Aspect of Monolithic Zirconia Restorations : A Review. *Journal of Prosthodontics*, 1–12. doi:10.1111/jopr.12906
- Tabatabaian, F., Karimi, M., & Namdari, M. (2020). Color match of high translucency monolithic zirconia restorations with different thicknesses and backgrounds. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 32(6), 615–621. <https://doi.org/10.1111/jerd.12596>
- Tamam, E., Güngör, M. B., & Nemli, S. K. (2020). How are the color parameters of a CAD/CAM feldspathic ceramic of the material affected by its thickness, shade, and color of the substructure?. *Nigerian journal of clinical practice*, 23(4), 523–533. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_517_19
- Turgut, S., & Bagis, B. (2013). Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: an in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 109(3), 179–186. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60039-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60039-6)
- Warreth, A., & Elkareimi, Y. (2020). All-ceramic restorations: A review of the literature. *The Saudi dental journal*, 32(8), 365–372. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2020.05.004>
- Willard, A., & Gabriel Chu, T. M. (2018). The science and application of IPS e.Max dental ceramic. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 34(4), 238–242. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.012>
- Yildirim, B., Recen, D., & Tekeli Simsek, A. (2021). Effect of cement color and tooth-shaded background on the final color of lithium disilicate and zirconia-reinforced lithium silicate ceramics: An in vitro study. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 33(2), 380–386. <https://doi.org/10.1111/jerd.12611>
- Zarone, F., Di Mauro, M. I., Ausiello, P., Ruggiero, G., & Sorrentino, R. (2019). Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC oral health*, 19(1), 134. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0838-x>

Zhang, Y., & Kelly, J. R. (2017). Dental Ceramics for Restoration and Metal Veneering. *Dental Clinics of North America*, 61(4), 797–819.
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.005>