



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS DAS CERÂMICAS  
UTILIZADAS EM FACETAS**

Trabalho submetido por  
**André Luís dos Santos Gomes**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**Setembro de 2020**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS DAS CERÂMICAS  
UTILIZADAS EM FACETAS**

Trabalho submetido por  
**André Luís dos Santos Gomes**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Doutor Francisco Martins**

**Setembro de 2020**



## **Agradecimentos**

Escrevo nesta página um agradecimento a todos os que estiveram presentes no meu percurso da faculdade, foram 6 anos muito especiais e únicos.

Ao meu orientador Prof. Doutor Francisco Martins, por todo o apoio, ajuda preciosa e também pela disponibilidade que demonstrou durante toda a realização deste trabalho, por transmitir acima de tudo tranquilidade, motivação e boa disposição.

A toda a minha família, em especial aos meus pais, que são sem dúvidas um exemplo para mim, que me transmitiram educação, conhecimentos, responsabilidades e valores. Queria agradecer por todo o esforço e sacrifício que fizeram para me formarem na Egas Moniz, por todo o apoio e motivação, sem vocês nada disto era possível. Muito obrigado.

A todos os meus colegas que fizeram este percurso comigo, que tive a oportunidade de conhecer e que levo para a vida. Foram muito importantes nesta etapa da minha vida. Em especial, ao Bernardo Silva, o meu parceiro de Box, que se tornou muito importante e um grande amigo nesta caminhada. Obrigado a todos por fazerem destes 6 anos o meu percurso académico espetacular.

À Erica Ferreira, pelo constante apoio, motivação que me deu, tanto nos bons como nos maus momentos, e força que deu para continuar sempre a trabalhar. Foi também um dos pilares fundamentais para o sucesso nesta caminhada.



## **Resumo**

Na sociedade atual, a estética é um valor muito procurado que se expandiu em todas as áreas, inclusive na medicina dentária. Como tal, os médicos dentistas têm um papel muito importante na resolução deste desafio, uma vez que possuem variadas opções de tratamento para melhorar a estética dentária.

Deste modo surgem na medicina dentária novos materiais e técnicas que visam reproduzir fielmente os dentes naturais, tanto a nível estético como funcional.

Neste contexto aparecem as facetas cerâmicas, uma alternativa segura, previsível, estética e conservadora para reabilitações estéticas anteriores. As cerâmicas possuem boas propriedades óticas, como a translucidez, opacidade, opalescência e fluorescência, como acontece com o esmalte e dentina. Estas permitem restaurações em dentes com características indesejáveis como cor, forma e posição, e oferecem longevidade, estabilidade e biocompatibilidade.

Para obtermos estes resultados é necessário um conhecimento profundo do protocolo clínico de aplicação de cerâmicas e das propriedades e características das mesmas. Uma vez cumpridos estes parâmetros, as restaurações cerâmicas tornam-se previsíveis e com elevada taxa de sucesso.

Este estudo teve como principal objetivo realizar uma revisão narrativa sobre o estado de arte das características cromáticas dos diferentes sistemas cerâmicos utilizados em facetas como a opalescência, translucidez e fluorescência, e também avaliar os diferentes sistemas cerâmicos existentes, as suas indicações, contra-indicações, vantagens e desvantagens. A pesquisa foi realizada a partir das bases de dados PubMed/Medline, Scielo, B-On e em alguns livros de referência. Foram utilizados os termos: cerâmica, facetas, cor, fluorescência, translucidez e opalescência.

**Palavras-chave:** Cerâmica; Facetas; Cor; Translucidez.



## **Abstract**

In today's society, aesthetics is a much sought-after value that has expanded in all areas, including dentistry. As such, dentists have a very important role to play in solving this challenge, since they have several treatment options to improve dental aesthetics.

In this way, new materials and techniques that aim to faithfully reproduce natural teeth, both aesthetically and functionally, emerge in dentistry.

In this context, ceramic veneers appear, a safe, predictable, aesthetic and conservative alternative to previous aesthetic restorations. Ceramics have good optical properties, such as translucency, opacity, opalescence and fluorescence, as is the case with enamel and dentin. These allow restorations on teeth with undesirable characteristics such as color, shape and position, and offer longevity, stability and biocompatibility.

To obtain these results it is necessary to have an in-depth knowledge of the clinical protocol for the application of ceramics and their properties and characteristics. Once these parameters are met, ceramic restorations become predictable and have a high success rate.

The main objective of this study was to conduct a narrative review on the state of the art of the chromatic characteristics of the different ceramic systems used in veneers such as opalescence, translucency and fluorescence, and also to evaluate the different existing ceramic systems, their indications, contraindications, advantages and disadvantages. The research was conducted using PubMed/Medline, Scielo, B-On and some reference books. The terms used were: ceramic, veneers, color, fluorescence, translucency and opalescence.

**Keywords:** Ceramics; Veneers; Color; Translucency.



## Índice Geral

<b>I. Introdução.....</b>	<b>11</b>
<b>II. Desenvolvimento.....</b>	<b>13</b>
1. Evolução histórica .....	13
2. Restaurações Indiretas .....	14
3. Cerâmicas dentárias.....	15
3.1. Cerâmicas vítreas .....	17
3.1.1. Cerâmicas Feldspáticas.....	18
3.1.2. Cerâmicas sintéticas .....	20
3.1.2.1. Cerâmicas Reforçadas por Leucite .....	20
3.1.2.2. Cerâmicas Dissilicato de Lítio .....	21
3.2. Cerâmicas infiltradas por vidro .....	22
3.2.1. In-Ceram Alumina.....	23
3.2.2. In-Ceram Spinell .....	24
3.2.3. In-Ceram Zircónia .....	24
3.3. Cerâmicas policristalinas.....	25
3.3.1. Cerâmicas à base de alumina.....	25
3.3.1.1. Procera All-Ceram .....	26
3.3.1.2. Cerâmicas à base de Zircónia .....	27
3.4. Cerâmicas com matriz de resina.....	28
3.5. Indicações para facetas de cerâmica.....	29
3.6. Contraindicações .....	30
3.7. Vantagens .....	30
3.8. Desvantagens.....	32
4. Cor .....	33
5. Propriedades Óticas .....	35
5.1. Propriedades Óticas Primárias .....	36
5.1.1. Matiz.....	37
5.1.2. Valor .....	38
5.1.3. Croma .....	39
5.2. Propriedades Óticas Secundárias .....	40
5.2.1. Translucidez.....	41

5.2.2. Opalescência.....	42
5.2.3. Fluorescência.....	43
5.3. Propriedades Óticas das Cerâmicas.....	44
6. Adesão a cerâmica.....	46
<b>III. Conclusão .....</b>	<b>49</b>
<b>IV. Bibliografia .....</b>	<b>51</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1-</b> Diferentes tipos de blocos de cerâmica feldspática (VITA Zahnfabrik) (adaptado de Nasr et al., 2019).....	19
<b>Figura 2</b> - Bloco de cerâmica vítrea reforçada por leucite (IPS Empress CAD) (adaptado de Nasr et al., 2019).....	20
<b>Figura 3</b> - Bloco de dissilicato de lítio no estado pré-cristalino (IPS e.max. CAD) (adaptado de Nasr et al., 2019).....	22
<b>Figura 4</b> - Diferentes tipos de blocos fresados InCeram (VITA Zahnfabrik) (adaptado de Nasr et al., 2019).....	23
<b>Figura 5</b> - Bloco fresado do sistema In-Ceram AL (adaptado de Nasr et al., 2019). ....	26
<b>Figura 6</b> - Espectro Eletromagnético (Hirata, 2017).....	33
<b>Figura 7</b> - Matiz. Família de Cores (Hilton et al., 2013).....	37
<b>Figura 8</b> - Escala VITA (Hirata, 2017).....	37
<b>Figura 9</b> - Valor. Branco a Preto, acromático (Hilton et al., 2013).....	38
<b>Figura 10</b> - Cromo. Pálido a Vivo, cromático (Hilton et al., 2013).....	39
<b>Figura 11</b> - Comparação do croma utilizando escala VITA (Hirata, 2017).....	40
<b>Figura 12</b> - Exemplo do céu como fenômeno de opalescência (Hirata, 2017).....	43
<b>Figura 13</b> - Restaurações a RC, sem propriedades fluorescentes (Hirata, 2017). ....	44

## **Índice de Tabelas**

<b>Tabela 1</b> - Classificação das indicações para facetas cerâmicas de “Magne e Belser” (adaptado de Verma & Milani, 2020).....	29
--	----

## **Lista de Abreviaturas**

% – Percentagem

°C – Graus Celsius

µm – Micrómetros

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

CAD/CAM – *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*

mm – Milímetros

MPa – Megapascal

nm – Nanometros

RC – Resina Composta

Si – Silício

SiO<sub>4</sub> – Óxido de silício

TEGMA – Trietileno glicol dimetacrilato

UDMA – Dimetacrilato de uretano

UV – Ultravioleta

Y-TZP – Zircónia tetragonal estabilizada por ítria



## I. Introdução

O sorriso é um dos elementos fundamentais básicos para a capacidade de interação e comunicação de uma pessoa (Joiner, 2004).

O objetivo da medicina dentária estética restauradora é originar um sorriso com as proporções dentárias certas, em concordância uns com os outros e em harmonia com os lábios, a gengiva e o rosto da pessoa. Para além da forma, é primordial considerar os parâmetros de cor e translucidez (Joiner, 2004)

Criar uma aparência semelhante aos dentes naturais através de restaurações compreende um dos maiores desafios para profissionais de medicina dentária derivado da complexidade das características óticas dos dentes naturais e da influência de outros fatores como as condições de iluminação, a translucidez, opalescência, fluorescência, transmissão e reflexão da luz, textura, brilho e apreensão da luz pelo observador (Salgado et al., 2013).

Uma anatomia insatisfatória dos dentes causa uma desarmonia estética no sorriso. Atualmente, através das cerâmicas dentárias já é possível a realização de procedimentos de modo a corrigir essa desarmonia. A evolução e o desenvolvimento deste tipo de materiais têm permitido a realização de procedimentos de uma forma minimamente invasiva. No entanto, este tratamento apenas é possível através de materiais e técnicas adequadas a cada paciente e está dependente de limitações psicológicas, físicas e económicas (Reis et al., 2017).

A cerâmica dentária é muito utilizada para tratamentos estéticos restauradores devido as suas propriedades desejáveis como as ótimas propriedades óticas, translucidez, estabilidade de cor, durabilidade, resistência mecânica e biocompatibilidade (Marchionatti et al., 2017; Reis et al., 2017)

Essencialmente uma cerâmica deve ter dois atributos fundamentais, uma excelente estética e excelentes propriedades mecânicas. Com estas duas características essenciais, a cerâmica funciona otimamente em ambiente oral, reproduzindo uma aparência idêntica aos dentes naturais (Tabatabaian, 2018).

Numa geração onde a estética se está a tornar cada vez mais importante, as reabilitações com sistemas metalo-cerâmicos, embora clinicamente seguras a longo

prazo, já não têm uma biocompatibilidade e mímica satisfatórias. Nos últimos 20 anos o crescimento do sistema de fabrico assistido por computador (CAD/CAM), possibilitou a criação de novos materiais em cerâmica pura. No entanto estes também têm complicações associadas como fissuras, lascas e fratura principalmente no setor posterior e em pontes, comparativamente a coroas unitárias (Nasr et al., 2019).

A utilização de materiais restauradores com uma cor próxima aos dentes naturais em combinação com uma boa técnica de adesão, constitui a maior realização da medicina dentária restauradora. Atualmente este conceito é possível com a introdução das facetas cerâmicas (Edelhoff et al., 2018; Marchionatti et al., 2017).

Estas apresentam uma gama de indicações, que continuam a aumentar, tornando as facetas cerâmicas um procedimento altamente fiável em comparação aos tratamentos clássicos e muito invasivos. Com estas, é possível obter um biomimetismo através de espessuras reduzidas, preservando a estrutura dentária de acordo com uma dentisteria minimamente invasiva. São uteis para estabelecer uma função correta, para restaurar a biomecânica dos dentes naturais, para disfarçar dentes altamente descolorados entre muitos outros fins (Edelhoff et al., 2018; Souza et al., 2018).

Atualmente vários materiais cerâmicos tem indicação para facetas: feldspato, dissilicato de lítio, reforçadas por leucite e zircónia. Estes materiais apresentam uma elevada translucidez devido aos seus compostos de matriz vítrea, aliados a uma adesão excelente ao cimento (Souza et al., 2018).

A estabilidade de cor dos cimentos é decisiva para o sucesso das restaurações especialmente translúcidas, uma vez que esta influencia o resultado estético das cerâmicas (Nasr et al., 2019).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão narrativa sobre o estado de arte das caraterísticas cromáticas dos diferentes sistemas cerâmicos utilizados em facetas como a opalescência, translucidez e fluorescência, e também avaliar os diferentes sistemas cerâmicos existentes, as suas indicações, contraindicações, vantagens e desvantagens, recorrendo a uma pesquisa nas plataformas PubMed/Medline, Scielo, B-On e em alguns livros de referência com os seguintes termos: cerâmica, facetas, cor, fluorescência, translucidez e opalescência.

## II. Desenvolvimento

### 1. Evolução histórica

Há cerca de 13 mil anos foram encontrados nas escavações do Vale do Nilo no Egito, dados de evidência dos primeiros indícios de cerâmica. Desde o século X que o domínio da arte em cerâmica era controlado pela China, esta apresentava uma cor branca e estrutura firme. Apenas no século XVII chegou à Europa, onde era conhecida como “louça de mesa”. No entanto, apenas em 1717 os europeus descobriram a composição básica da cerâmica: feldspato, quartzo (sílica) e caulim (argila chinesa) (Gomes et al., 2008).

A cerâmica apenas foi aplicada à medicina dentária em 1774 por Alexis Duchateau, que verificou a resistência e durabilidade deste material nos seus utensílios domésticos e decidiu trocar a sua prótese com dentes de marfim por cerâmica (Gomes et al., 2008; McLaren & Figueira, 2015).

As primeiras facetas surgiram em 1930 por Charles Pincus. Este descreveu uma técnica onde as facetas eram aderidas através de um pó adesivo e não existia qualquer preocupação com a função, biomecânica e articulação, o seu foco principal era a estética. No entanto, estas apenas duravam algumas horas, dado que, nesse tempo as técnicas de adesão não eram válidas. Estas eram aderidas de forma provisória apenas para a gravação de filmes de Hollywood (Bispo, 2009; Edelhoff et al., 2018).

Apenas em meados dos anos 50 apareceu o condicionamento ácido, proposto por Michael Buonocore. Nesta altura ocorreu um crescimento vertiginoso na adesão. Em 1963, Raphael Bowen relatou o Bis-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato) na composição das resinas compostas e em 1979, Fusayama divulgou a técnica “total etch” na dentina e no esmalte (Bispo, 2009; Edelhoff et al., 2018).

Mas apenas em 1983 pelo trabalho de Horn e em 1984 pelo trabalho de Simonsen e Calamia as facetas ficaram populares em todo o mundo devido à silanização, onde existe uma união química entre os compostos inorgânicos e orgânicos (Bispo, 2009; Edelhoff et al., 2018).

A fragilidade da cerâmica foi também um motivo de grande preocupação. Já em 1965 com o objetivo de fortalecer a cerâmica feldspática, Hughes e McLean propuseram a adição de óxido de alumínio na sua composição. Posteriormente, continuaram a existir estudos de forma a melhorar as suas propriedades estéticas e físicas (Nasr et al., 2019).

Desde 1980 que as técnicas de adesão das facetas cerâmicas não sofreram alterações significativas, pois continuam a demonstrar segurança e previsibilidade (Bispo, 2009; Magne & Belser, 2003).

## **2. Restaurações Indiretas**

As restaurações indiretas são utilizadas com o mesmo fim das restaurações diretas, mas apresentam uma grande diferença, são feitas fora da cavidade oral do paciente, exigem um trabalho mais demorado e apresentam um custo mais elevado. Estas restaurações podem ser realizadas em laboratório, ou através da tecnologia de *Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing* (CAD/CAM) (Belli et al., 2014; Hirata, 2017).

Estas são divididas em parciais ou totais. Dentro das parciais temos os inlays (sem envolvimento de cúspides), os onlays (envolvimento de pelo menos uma cúspide) e os overlays (envolvimento de todas as cúspides). Dentro das totais temos as coroas (Amesti-Garaizabal et al., 2019; D’Arcangelo et al., 2014).

Estas restaurações surgiram como uma melhoria das restaurações tradicionais, com grandes vantagens em relação às últimas. Estas apresentam-se mais conservadoras, dado que não necessitamos de fazer preparos desnecessários na peça dentária sã para que consigamos obter uma boa estabilidade e retenção. Através destas, conseguimos uma melhor adaptação entre a peça dentária e a margem das restaurações, diminuindo a microinfiltração. Deste modo dificultamos a infiltração de fluidos e bactérias, melhorando a recidiva de cáries, a sensibilidade e a descoloração marginal. Com estas caraterísticas podemos aumentar a durabilidade das restaurações (Noda et al., 2017).

Segundo Hirata (2017), é difícil definir quando se deve ou não utilizar uma restauração indireta ou direta. Contudo, cavidades extensas, dificultam a realização de

restaurações pela técnica direta, pois estas vão estar mais sujeitas a desgastes superficiais e a fraturas, que podem ser minimizados utilizando uma técnica indireta. As restaurações indiretas apresentam como principal vantagem uma melhor adaptação marginal e como principais desvantagens o tempo de espera do laboratório e os custos associados.

Existem três parâmetros utilizados para determinar o uso de restaurações indiretas. O primeiro consiste na presença de cúspides, se houver ausência as restaurações indiretas são indicadas. O segundo parâmetro consiste na linha de terminação da restauração, se esta se encontrar infragengival é indicada para restaurações indiretas. Por fim, o terceiro parâmetro consiste na extensão da box proximal no sentido vestibulo-lingual/palatino, ou seja, esta não deve ser demasiadamente ampla (Hirata, 2017).

As facetas são caracterizadas por fazerem o recobrimento da face vestibular da peça dentária, que vai ser unida através de materiais restauradores. Este tipo de restauração é indicado quando queremos alterar a forma, a simetria, a posição, a cor e a textura dos dentes. Mas não deve ser utilizado quando temos perda de estrutura dentária saudável, associada a casos de bruxismo, força excessiva da mastigação, periodontite grave e vestibularização severa dos dentes. Podem ser confeccionadas tanto por técnicas diretas como por técnicas indiretas (Soares et al., 2012).

### **3. Cerâmicas dentárias**

A palavra cerâmica deriva do grego “keramos” que representa “argila”. Esta palavra está associada ao termo sânscrito “terra queimada”, dado que a argila da terra era aquecida para formar cerâmica (Giordano & McLaren, 2014; Gomes et al., 2008).

As cerâmicas são consideradas a base da estética na medicina dentária com mais de 100 anos. São apontadas pela sua excelente capacidade de reproduzir os dentes naturais, pela sua elevada durabilidade, biocompatibilidade, natureza refratária, inércia química, baixa resistência à tração, friabilidade e grande aceitação tanto pelo médico dentista como pelo paciente (Gracis et al., 2016).

Segundo a literatura podemos definir as cerâmicas como materiais sólidos inorgânicos, não metálicos produzidos pelo homem através do aquecimento a elevadas temperaturas, seguido do resfriamento de compostos brutos tais como os nitretos, carbonetos, boretos, óxidos metálicos e misturas destes materiais. A sua estrutura pode ser total ou parcialmente cristalina ou amorfa (quando contém vidro) (Giordano & McLaren, 2014; McLaren & Figueira, 2015).

A matriz vítrea é constituída por óxido de silício ( $\text{SiO}_4$ ), e a proporção de sílica e oxido está associada à expansão térmica e viscosidade da cerâmica, já a natureza e a quantidade de matriz cristalina determina as propriedades óticas e mecânicas (Gomes et al., 2008).

Ao nível das propriedades mecânicas, a cerâmica pode ser muito forte como também pode falhar após uma flexão ligeira, por conseguinte esta é forte em termos de compressão mas fraca em termos de tensão. Quanto às propriedades óticas a cerâmica pode ser muito opaca ou muito translúcida. Por norma, quanto mais cristalina for a sua microestrutura mais opaca e quanto mais vítrea mais translúcida, no entanto, muitos outros factores são cruciais como a densidade e o tamanho das partículas, a porosidade e o índice de refração (Giordano & McLaren, 2014; Gomes et al., 2008).

Para além destas, a cerâmica deve ser produzida de a modo a evidenciar propriedades como moldabilidade, fundibilidade, usinabilidade, injetabilidade, resistência à fratura e à abrasão. Quanto à sua microestrutura, a natureza, forma, tamanho, distribuição e quantidade dos elementos exerce um efeito significativo nas propriedades físicas, estando estas dependentes do modo de sinterização de cada fase da cerâmica (Gomes et al., 2008).

Durante os últimos anos muitos sistemas cerâmicos têm sido introduzidos, para vários tipos de restaurações indiretas, desde as mais conservadoras como as facetas até às pontes fixas (Giordano & McLaren, 2014)

A restauração é determinada pelo número de cerâmicas que constitui a peça protética. Pode ser dupla, envolvendo duas variedades quimicamente diferentes de cerâmica, onde a infraestrutura fabricada em CAD/CAM é obtida por um tipo de cerâmica e recoberta por outro tipo, mais estético, através de estratificação. Ou pode ser simples, constituída por um monobloco de um tipo de cerâmica que depois leva uma

maquilhagem simples na superfície. Este último apresenta uma maior taxa de sucesso, com grande resistência (Nasr et al., 2019).

Existe uma grande variedade de estruturas e constituintes das várias cerâmicas, gerando ao profissional de medicina dentária um dilema, dado que não há um material ideal que possa ser aplicado a todas as situações clínicas. Saber e compreender as propriedades mecânicas e estéticas de todas as cerâmicas torna-se fundamental a fim de assegurar a durabilidade e o sucesso do tratamento (Giordano & McLaren, 2014; McLaren & Figueira, 2015; Nasr et al., 2019).

Diversos sistemas foram retratados ao longo dos anos, tornando-se confuso e subjetivo classificar as cerâmicas segundo vários autores. Consoante a sua natureza química e microestrutura, estas podem ser classificadas em 4 grupo: cerâmicas vítreas; infiltradas por vidro; cerâmicas policristalinas e cerâmicas com matriz de resina (Nasr et al., 2019).

### **3.1.Cerâmicas vítreas**

As cerâmicas vítreas possuem uma fase vítrea, composta por materiais não metálicos e inorgânicos, essencialmente dióxido de silício, comumente conhecido como sílica ou quartzo (Gracis et al., 2016; Nasr et al., 2019).

É possível obter um biomimetismo elevado quer da dentina quer do esmalte quando existe maioritariamente matriz vítrea nas cerâmicas. Dentro das cerâmicas vítreas existem 3 grupos, as cerâmicas infiltradas por vidro, as feldspáticas e as sintéticas. Estas apresentam como vantagens uma estética natural, conforto e função aceitável, mas como desvantagens uma reduzida resistência à flexão e tenacidade à fratura, que as pode tornar vulneráveis a falhas (Giordano & McLaren, 2010; Kelly & Benetti, 2011; Moravej-Salehi et al., 2016).

### 3.1.1. Cerâmicas Feldspáticas

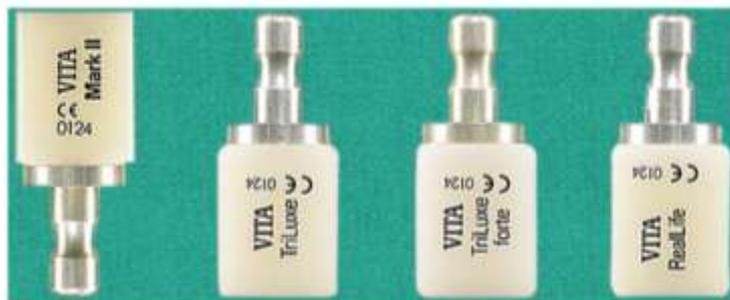
As cerâmicas feldspáticas são cerâmicas tradicionais constituídas por feldspato, quartzo e caulim. O feldspato, mineral cristalino, constituído por dióxido de sílica (60 a 64%) e óxido de alumínio (20 a 23%) encontra-se em rochas ricas em mica e ferro. Estas são fundidas e moídas para a obtenção do pó mais puro após a remoção dos compostos de ferro, com a utilização de ímanes fortes. O quartzo faz parte da matriz da cerâmica e é o principal responsável pela translucidez, no entanto, como não é um material forte o suficiente, 20 a 25% de alumina é acrescentada como reforço. O caulim, um silicato de alumínio hidratado, é o responsável pela ligação das partículas de cerâmica soltas, no entanto, como apresenta propriedades opacas e não translucidas, como os dentes naturais, é usado apenas 4% (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Gracis et al., 2016; Sadaqah, 2014).

No geral a cerâmica feldspática por ser composta essencialmente de vidro, é um material muito suscetível à fratura, com baixas propriedades mecânicas de resistência à flexão (60 a 70 MPa). No entanto, quando aderida a um substrato rígido, como o esmalte, torna-se mais resistente (Sadaqah, 2014).

As cerâmicas feldspáticas confeccionadas em CAD/CAM mais utilizadas na medicina dentária são as VITABLOCS<sup>®</sup> da empresa VITA Zahnfabrik (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha). Estas apresentam uma resistência à flexão de aproximadamente 150 MPa e uma granulometria de 4µm (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Sadaqah, 2014).

As primeiras restaurações indiretas em CAD/CAM de cerâmica feldspática surgiram em 1985, através de um bloco de cerâmica de grão fino o Mark I (VITA Zahnfabrik), no entanto, o seu desempenho clínico foi insatisfatório devido à taxa de sobrevivência na cavidade oral ser baixa. Por conseguinte, em 1991, a empresa VITA criou a Mark II, especificamente para a CEREC 1-System (Siemens GmbH, Bensheim, Alemanha) com melhorias nas suas propriedades físicas e químicas. Este produto, apesar de ser monocromático, está disponível em várias cores incluindo as escalas de cor VITA Classical e VITA 3D-Master, podendo ainda ser caracterizado (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Gopal, 2018; Nasr et al., 2019; Sadaqah, 2014).

De modo a melhorar as propriedades óticas destes blocos monocromáticos, simulando os dentes naturais, em 2003 surgiu o VITABLOCS® Triluxe, com três camadas de intensidade de cor diferentes desde a cervical do dente até ao bordo incisal e em 2007 o Triluxe forte, com quatro dessas camadas, adequadas para coroas parciais ou totais e facetas na região anterior. Mais tarde, em 2010, o VITABLOCS RealLife veio acrescentar um efeito policromático capaz de reproduzir a cor natural na região anterior através da sua estrutura de camadas 3D. No entanto, este material não é forte o suficiente para ser utilizado em regiões posteriores (Figura 1) (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Gopal, 2018; Nasr et al., 2019; Sadaqah, 2014).



**Figura 1-** Diferentes tipos de blocos de cerâmica feldspática (VITA Zahnfabrik) (adaptado de Nasr et al., 2019).

As cerâmicas feldspáticas apresentam ótimas propriedades óticas, apresentando a estética mais elevada das cerâmicas, com uma translucidez semelhante à dos dentes naturais devido à redução das partículas de preenchimento. No entanto, faz com que as propriedades mecânicas diminuam (Noda et al., 2017; Sadaqah, 2014).

Devido às suas ótimas propriedades estéticas e translucidez, estas estão indicadas em facetas, nomeadamente na região anterior. Além das facetas estão ainda indicadas em coroas metalocerâmicas, coroas de revestimento cerâmico total, onlays e inlays (Gracis et al., 2016; Li et al., 2014; McLaren & Figueira, 2015).

A sua utilização em facetas apresenta como principais vantagens o baixo custo em comparação a outros sistemas cerâmicos; boa reprodutibilidade de cor apenas com uma fina camada; boas características mecânicas de retenção com a utilização do ácido fluorídrico e presença adequada de esmalte assim como ótimas características de adesão com a utilização dos agentes adequados (Sadaqah, 2014; Silva et al., 2017).

### 3.1.2. Cerâmicas sintéticas

As cerâmicas “sintéticas” foram criadas com o intuito de permanecerem independentes das matérias primas naturais. Estas são vitrocerâmicas constituídas por uma fase vítrea (matriz) com ótimas propriedades de translucidez e uma fase cristalina, em maior percentagem, o que melhora as suas propriedades mecânicas, reduzindo o índice de fissuras (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Estas cerâmicas são moldadas no estado de vidro e sujeitas a um tratamento térmico de cristalização parcial controlada, permitindo a precipitação e nucleação dos cristais na matriz de vidro. Após este processo obtemos uma fase de cristais individuais inseridos numa matriz vítrea (Nasr et al., 2019).

Dentro das cerâmicas sintéticas podemos ter dois tipos: as reforçadas por leucite e as dissilicato de lítio. Existem dois modos de produzirmos este tipo de cerâmicas, através de maquinação (CAD/CAM) ou através de prensagem (Giordano & McLaren, 2010; Gracis et al., 2016; Ho & Matinlinna, 2011).

#### 3.1.2.1. Cerâmicas Reforçadas por Leucite

As cerâmicas vítreas reforçadas por leucite são constituídas por 45% de leucite tetragonal. Estas surgiram em 1998 pelo Empress ProCAD™ (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) para serem usadas no sistema CEREC™ no LAB (Sirona Dental Systems, Bensheim, Alemanha). Mais tarde, em 2006 e com um processo de fabrico melhorado, surgiram as Empress™ CAD (Ivoclar Vivadent) (Figura 2), com 35% a 45% de leucite e cristais de granulometria mais fina (1 a 5µm) que permitem resistir aos defeitos durante a maquinação (Gopal, 2018; Nasr et al., 2019).



**Figura 2** - Bloco de cerâmica vítrea reforçada por leucite (IPS Empress CAD) (adaptado de Nasr et al., 2019).

Estes blocos estão disponíveis em três níveis de translucidez, baixa translucidez (LT), alta translucidez (HT) e policromáticos (Multi) (Gopal, 2018).

As cerâmicas de leucite, como têm valores de resistência à flexão baixos, cerca de 100 a 120 MPa, estão indicadas para facetas e coroas unitárias anteriores (Gopal, 2018; Nasr et al., 2019).

### **3.1.2.2. Cerâmicas Dissilicato de Lítio**

As cerâmicas de dissilicato de lítio ( $\text{Li}_2\text{SiO}_5$ ) são constituídas maioritariamente por uma matriz vítrea de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) mas também por óxido de lítio ( $\text{Li}_2\text{O}$ ), óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ), óxido de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), pentóxido de fosforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) (Nasr et al., 2019; Sadaqah, 2014; Willard & Gabriel Chu, 2018).

Estas surgiram em 1988 pela IPS<sup>TM</sup> Empress 2 (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein). O aperfeiçoamento do processo de prensagem da Empress 2, levou, em 2005 ao lançamento da IPS<sup>TM</sup> e.max.press (Ivoclar Vivadent). Em 2006, com a evolução das tecnologias surgiu o IPS<sup>TM</sup> e.max. CAD, especificamente para o uso no sistema de fabrico CAD/CAM. Devido à sua facilidade de utilização, estética e força o sistema IPS e.max. CAD tem vindo a ser cada vez mais utilizado (Sadaqah, 2014; Willard & Gabriel Chu, 2018).

Os blocos de cerâmica são disponibilizados num estado pré-cristalino, o “estado azul” (Figura 3). Após ser cristalizada num forno durante 25 min. a 850°C, fica disponível na cor e translucidez escolhida. Esta cor é determinada pelos iões Vanadium, dispersos no matiz que são introduzidos durante a fase de aquecimento, mencionada. O sistema IPS e.max. CAD tem 3 iões primários (azuis, amarelos e castanhos) e encontra-se disponível em 4 cores de A a D, incluindo também uma linha de branqueamento e em três níveis de translucidez, uma baixa translucidez (LT), uma alta translucidez (HT) e uma opacidade média (MO). Os três níveis apresentam o mesmo conteúdo cristalino, mas cristais de tamanhos diferentes (Gopal, 2018; Nasr et al., 2019; Willard & Gabriel Chu, 2018).



**Figura 3** - Bloco de dissilicato de lítio no estado pré-cristalino (IPS e.max. CAD) (adaptado de Nasr et al., 2019).

É possível atingir um nível altamente translucido, ao produzir um material onde a fase vítrea e a fase cristalina têm um índice de refração idêntico, esta interface entre as duas fases é a responsável pela dispersão de luz da cerâmica (Willard & Gabriel Chu, 2018).

A cerâmica de dissilicato de lítio apresenta uma resistência à flexão de 350 a 450 MPa. Estudos evidenciaram que a resistência à fratura da cerâmica de vidro reforçada com dissilicato de lítio (IPS e.max CAD) é consideravelmente maior comparativamente às cerâmicas reforçadas por leucite (Empress ProCAD, Empress CAD) (Nasr et al., 2019; Willard & Gabriel Chu, 2018). Também a resistência à fadiga de coroas monolíticas reforçadas por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD) é maior comparativamente a coroas de feldspato estratificado sob uma estrutura em zircónia (Nasr et al., 2019).

Desta forma, as cerâmicas vítreas reforçadas com dissilicato de lítio são indicadas para inlays, onlays, facetas, coroas unitárias anteriores e posteriores e ainda para pontes de três elementos anteriores (Gopal, 2018; Nasr et al., 2019).

### **3.2. Cerâmicas infiltradas por vidro**

As cerâmicas infiltradas por vidro foram criadas no final dos anos 80 com o sistema In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha), mas apenas em 1993 foram introduzidos os blocos fresados para a CAD/CAM (Figura 4). Este sistema foi

desenvolvido com o objetivo de aperfeiçoar a resistência à fratura e tenacidade. Ele é cerca de três a quatro vezes mais resistente à tensão quando comparado com outras cerâmicas dentárias. Na sua constituição fazem parte duas fases tridimensionais, uma fase vítrea (a partir de óxido de lantânio) e uma fase de alumina (a partir de óxido de alumínio). No seu processo de confecção, primeiro temos uma alumina porosa que é depois infiltrada por vidro, o que vai conferir um aumento da resistência à fratura (Gomes et al., 2008; Nasr et al., 2019).



**Figura 4** - Diferentes tipos de blocos fresados InCeram (VITA Zahnfabrik) (adaptado de Nasr et al., 2019).

O sistema In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) pode ser classificado em In-Ceram Alumina, In-Ceram Spinell e In-Ceram Zircônia, consoante o seu componente principal (Nasr et al., 2019; Sadaqah, 2014).

A resistência final e as propriedades óticas deste tipo de cerâmicas irão depender da composição química do núcleo (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

A utilização destas cerâmicas caiu em desuso devido ao seu complexo e sensível processo de fabrico assim como há crescente popularidade da cerâmica de zircônia e dissilicato de lítio (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

### 3.2.1. In-Ceram Alumina

O sistema In-Ceram Alumina tem na sua constituição 85% de óxido de alumínio e utiliza a adição de alumina ao vidro feldspático. As suas partículas apresentam um diâmetro de 2 a 5 $\mu$ m e têm uma resistência à flexão de 236 a 600 MPa e uma ótima

translucidez devido à elevada quantidade de óxido de alumínio que apresenta, sendo mais resistente à fratura comparativamente às cerâmicas feldspáticas e reforçadas por leucite (Gopal, 2018; Sadaqah, 2014).

Este sistema é comumente utilizado nas estruturas das coroas anteriores e posteriores e pontes curtas anteriores (Gomes et al., 2008; Martínez Rus et al., 2007).

### **3.2.2. In-Ceram Spinell**

O sistema In-Ceram Spinell surgiu em 1994 em substituição ao núcleo do sistema In-Ceram Alumina, que era opaco. Este é constituído por 28% de óxido de magnésio e 72% de óxido de alumínio, formando espinélio ( $MgAl_2O_4$ ). Este composto apresenta cristais mais translúcidos e um índice de refração mais baixo comparativamente aos de alumina, apresentando excelentes propriedades óticas. No entanto, são 25% menos resistentes à fratura (377 MPa), deste modo, estão apenas indicados para núcleos de coroas em dentes anteriores vitais (Gopal, 2018; Martínez Rus et al., 2007; Sadaqah, 2014).

### **3.2.3. In-Ceram Zircónia**

O sistema In-Ceram Zircónia é constituído por 67% de óxido de alumina ( $Al_2O_3$ ) reforçado com 33% de óxido de zircónio ( $ZrO_2$ ) parcialmente estabilizado e infiltrado por vidro. O óxido de zircónio confere-lhe uma elevada resistência à fratura (6-8 MPa/m) e à flexão (cerca de 600 a 800 MPa), permitindo a sua utilização em pontes posteriores. O seu núcleo é quase totalmente opaco, comparável a uma liga metálica (Martínez Rus et al., 2007; Sadaqah, 2014).

Este sistema é indicado para as pontes até 3 elementos anteriores e posteriores e em coroas unitárias posteriores (Gomes et al., 2008; Gopal, 2018).

### 3.3. Cerâmicas policristalinas

As cerâmicas policristalinas, compostas por ácidos, estão divididas em dois grupos e apresentam como principal característica a sua estrutura cristalina sem matriz vítrea e de grão fino. Os seus cristais formam matrizes densas evitando a propagação de fissuras, proporcionando assim, uma elevada resistência ao material, mas uma baixa translucidez. O facto de não ter matriz vítrea torna-o resistente ao ataque ácido com ácido hidrofúorídrico (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Gracis et al., 2016; Nasr et al., 2019).

Estas cerâmicas estão indicadas para a estrutura de pontes e coroas, sendo posteriormente revestidas com outras cerâmicas, de modo a refinar a estética (Li et al., 2014).

#### 3.3.1. Cerâmicas à base de alumina

As cerâmicas à base de alumina têm na sua constituição um mineral natural, o óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ), que tem como principal característica uma elevada dureza, cerca de 9 na escala de Mohs (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

A alumina comparativamente a outras cerâmicas dentárias, apresenta baixa condutividade térmica, maior resistência à hidrólise e alta resistência à flexão (mais de 500 MPa), tendo sido utilizada para aumentar a estabilidade das cerâmicas dentárias (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018). No entanto, devido à elevada concentração de óxido de alumínio (superior a 50%), estas cerâmicas apresentam uma baixa translucidez e grande opacidade, sendo que, para apresentarem uma boa estética são necessários preparos pouco conservadores. Desta forma, atualmente são apenas utilizadas para a estrutura interna, sendo depois revestidas por cerâmicas com baixa percentagem em alumina (Martínez Rus et al., 2007).

Devido ao seu módulo de elasticidade ser muito elevado (380 GPa), o que a torna vulnerável a fraturas, e à introdução de materiais com melhores propriedades mecânicas, como por exemplo a zircónia, atualmente existe uma diminuição na sua utilização (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Gracis et al., 2016).

Este tipo de cerâmicas aplicadas à medicina dentária são representadas por dois sistemas, o InCeram® AL (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) (Figura 5) e o Procera® AllCeram (Nobel Biocare, Goteborg, Suécia) (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Martínez Rus et al., 2007).



**Figura 5** - Bloco fresado do sistema In-Ceram AL (adaptado de Nasr et al., 2019).

### 3.3.1.1. Procera All-Ceram

O sistema Procera All-Ceram (Nobel Biocare, Goteborg, Suécia) desenvolvido em 1993 por Oden e Andersson, é constituído por um núcleo de elevada pureza com 99,5% de óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ), revestido por uma cerâmica de alumínio compatível (Gopal, 2018; Gracis et al., 2016; Sadaqah, 2014).

Comparado com o sistema In-ceram e as cerâmicas de vidro, este apresenta uma maior resistência à fratura e flexão (487-700 MPa), sendo apenas inferior às cerâmicas à base de zircónia. O seu nível de translucidez é mais elevado do que o sistema In-Ceram de alumina e zircónia (Gomes et al., 2008; Sadaqah, 2014).

Aquando do seu fabrico, através do CAD/CAM, o scanner digitaliza a superfície do preparo do dente e envia estes dados eletronicamente a uma unidade de fresagem produzindo um molde 20% ampliado, compensando, desta forma, a retração de sinterização. Este tipo de cerâmicas são resistentes ao ataque ácido com ácido fluorídrico, o que faz com que tenha de ser feito um pré-tratamento de abrasão (Gopal, 2018; Sadaqah, 2014).

Este sistema tem como indicações coroas anteriores e posteriores, inlays, onlays e facetas (Gopal, 2018).

### 3.3.2. Cerâmicas à base de Zircónia

A zircónia foi descoberta em 1789 por Martin Klaproth, não existe na natureza no seu estado puro e é constituída principalmente por dióxido de zircónia ( $ZrO_2$ ) (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; (Gopal, 2018).

A zircónia no seu estado puro é uma cerâmica polimórfica e existe em três estados alotrópicos, o monoclinico que permanece estável desde a temperatura ambiente até aos 1.170°C. A partir desta transforma-se em tetragonal e a partir dos 2.370°C transforma-se em cúbico até aos 2.716°C (Gracis et al., 2016; Nasr et al., 2019; Sadaqah, 2014).

Quando a sinterização da zircónia pura se dá a uma temperatura superior a 1.170°C é gerada a fase tetragonal (material mais denso), no entanto, quando a temperatura arrefece o fenómeno inverte-se passando à fase monoclinica (material menos denso). Quando se dá esta mudança de estrutura cristalina, ocorre um aumento de volume de cerca de 3 a 5%, o que provoca o surgimento de grandes tensões, levando a fraturas. Deste modo, é importante manter a estrutura até à temperatura ambiente, para isso são usados óxidos estabilizadores (ítrio -  $Y_2O_3$ ; cálcio - CaO, cério -  $CeO_2$  ou Magnésio - MgO) (Gracis et al., 2016; Nasr et al., 2019).

Podemos ter uma zircónia totalmente estabilizada (FSZ) na sua forma cúbica, ao adicionar 8% mol de óxido de ítrio; uma zircónia parcialmente estabilizada (PSZ) com partículas monoclinicas ou tetragonais numa matriz cúbica e uma zircónia tetragonal policristalina ao adicionar 3% mol de óxido de ítrio (Y-TZP) (Gracis et al., 2016; Nasr et al., 2019).

As zircónias aplicadas à medicina dentária são quase todas do tipo Y-TZP (Zircónia Tetragonal estabilizada por ítrio), dado que esta forma apresenta melhores propriedades mecânicas, grande resistência à fratura, boa biocompatibilidade e baixo módulo de elasticidade. A resistência desta cerâmica à flexão, é de cerca de 900 a 1200 MPa, sendo a cerâmica mais resistente (Gopal, 2018; Nasr et al., 2019; Stoner et al., 2014).

Os núcleos em zircónia têm uma opacidade semelhante ao metal (Sadaqah, 2014). A fim de aumentar a sua translucidez sem perder a resistência à fratura, nos últimos anos, a zircónia passou por várias modificações na sua composição e microestrutura (Souza et al., 2018).

### 3.4. Cerâmicas com matriz de resina

A cerâmica com matriz de resina foi introduzida em 2013, e consiste numa cerâmica híbrida com uma rede dupla (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Nasr et al., 2019).

A parte da cerâmica (75%) tem um teor inorgânico composto por sílica ( $\text{SiO}_2$ ) (58 a 63%) e alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) (20 a 23%) e a parte da resina (25%) tem um teor orgânico composto por dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGMA) e dimetilcrilato de urano (UDMA) (Nasr et al., 2019).

Este tipo de cerâmica de vidro numa matriz de polímeros foi desenvolvida segundo três objetivos: obter um material com um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina; obter um material mais fácil de ajustar e moer e facilitar a modificação ou reparação da cerâmica com resina composta. O fato de possuir um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina vai melhorar a interface dente/coroa, no entanto, esta cerâmica não é tão resistente como as outras (Nasr et al., 2019).

Tem uma resistência à flexão de 150 a 160 MPa, significativamente superior ao que seria espectável se tivéssemos apenas os polímeros (135 MPa) ou se tivéssemos apenas cerâmica porosa (menos de 30MPa) (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

No mercado encontramos duas formulações destas cerâmicas. As resinas nanocerâmicas, Lava Ultimate (3M ESPE), compostas por nanopartículas, responsáveis pelas propriedades óticas melhoradas e nanoclusters, responsáveis pela resistência à flexão (200 MPa), resistência à fratura e ao desgaste. E as cerâmicas infiltradas por uma matriz de resina, as Enamic (VITA) compostas por duas matrizes de rede tridimensionais que se interligam entre si, a rede de feldspato (75%) reforçada pela rede de polímeros metacrilato (25%) (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Em 2017, com o propósito de criar um material com um gradiente de cor mais natural, a empresa VITA desenvolveu o VITA Enamic multicolor, um bloco com seis camadas que criam um gradiente de cor desde o bordo incisal até à cervical do dente (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018).

Têm como indicações clínicas inlays, onlays, facetas e coroas sob implantes (Bajraktarova-Valjakova et al., 2018; Nasr et al., 2019).

### 3.5. Indicações para facetas de cerâmica

As facetas cerâmicas oferecem soluções que são concomitantemente conservadoras e agradáveis esteticamente para diversas situações clínicas (Tabela 6) (Mathew et al., 2010; Verma & Milani, 2020).

Estas são consideradas as mais indicadas no tratamento de dentes anteriores que se encontram descolorados e que não respondem ao tratamento por branqueamento, tanto externo como interno ou quando este se encontra contraindicado. Esta descoloração pode ser devida à absorção de fluor excessiva (fluorose), a uma coloração por tetraciclina, ao envelhecimento fisiológico dos dentes, a uma amelogênese imperfeita ou a desvitalização (El-Mowafy et al., 2018; Hirata, 2017; Mathew et al., 2010).

No entanto, existem muitas outras indicações nomeadamente na correção/disfarce de defeitos no esmalte como fraturas, hipocalcificações ou malformações, em dentes com diversas restaurações superficiais deficientes e inestéticas e no encerramento de espaços moderados inestéticos na região anterior. Quando se pretende remodelar ou alongar os dentes anteriores superiores, as facetas são também uma escolha de tratamento conservador e em casos de agenesia do incisivo lateral, a faceta pode criar uma forma coronal ao canino simulando um incisivo lateral (El-Mowafy et al., 2018; Mathew et al., 2010; Verma & Milani, 2020).

Tipo I – Dentes Resistentes ao Branqueamento	
Tipo IA	Descolorações por tetraciclina – Grau III e IV
Tipo IB	Ausência de resposta ao branqueamento externo e interno
Tipo II – Alterações Morfológicas “Major”	
Tipo IIA	Dentes conóides
Tipo IIB	Diastemas e triângulos interdentários para serem fechados ou reduzidos
Tipo IIC	Aumento do comprimento e proeminência dos incisivos
Tipo III – Restaurações Extensas (Adultos)	
Tipo IIIA	Fraturas coronárias extensas
Tipo IIIB	Perda extensa de esmalte por erosão e desgaste
Tipo IIIC	Malformações generalizadas e defeitos adquiridos

**Tabela 1** - Classificação das indicações para facetas cerâmicas de “Magne e Belser” (adaptado de Verma & Milani, 2020).

### **3.6. Contraindicações**

Não temos em Medicina Dentária contraindicações específicas para o uso de facetas cerâmicas em detrimento de outro tipo de restaurações. Contudo, devemos ter em consideração alguns aspetos para o seu uso (Mathew et al., 2010).

Como foi referido, o objetivo das facetas é a substituição do esmalte dentário, no entanto, devemos ter esmalte tanto para a adesão como para o selamento, isto porque, a adesão é muito menos efetiva em dentina do que em esmalte. Desta forma, em casos onde houver pouco ou nenhum esmalte presente, as coroas totais devem ser consideradas. A adesão das facetas à peça dentária é feita através de um processo micro-mecânico de adesão que pode ser comprometido em dentes decíduos ou em dentes expostos a fluoretados, excessivamente (Mathew et al., 2010; Verma & Milani, 2020).

Em pacientes que sofram de bruxismo ou outros hábitos parafuncionais como morder gelo ou um lápis, as facetas podem ser contraindicadas, pois apesar de estas serem resistentes a forças de cisalhamento o mesmo não acontece quando são sujeitas a forças de compressão. Para além do bruxismo, pacientes com dentes apinhados e maloclusões como um overbite pronunciado, mordida topo-a-topo ou Classes III estão contraindicados. Pacientes com uma saúde periodontal comprometida e com alto índice de cárie são também contraindicados pois há maior risco de insucesso da restauração (Mathew et al., 2010; Verma & Milani, 2020).

Dentes que apresentam restaurações extensas, a melhor indicação será uma coroa, pois o mais importante é a preservação da estrutura que resta e não o ser conservador, o mesmo se aplica a dentes tratados endodonticamente pois a coroa total apresenta uma maior integridade (El-Mowafy et al., 2018; Mathew et al., 2010).

### **3.7. Vantagens**

As facetas cerâmicas apresentam algumas vantagens comparativamente às resinas compostas, nomeadamente, a durabilidade, estética, biocompatibilidade, estabilidade da cor e menor acumulação de placa bacteriana (Reis et al., 2017; Shibata et al., 2016).

As cerâmicas apresentam excelente biocompatibilidade com os tecidos gengivais, uma vez que a sua superfície vítrea é menos propensa à acumulação de placa bacteriana do que qualquer outro tipo de material (Goldstein et al., 2018).

Em relação à estética, apresenta resultados excelentes devido à capacidade de mimetização, onde é possível reproduzir a cor e textura com uma qualidade superior a qualquer outro material. Vários estudos demonstraram que as facetas cerâmicas apresentam um baixo rácio de insucesso clínico (Reis et al., 2017; Shibata et al., 2016).

A textura de superfície, a cor natural e a estrutura cristalina conferem-lhes propriedades óticas de refração, semelhantes ao esmalte. As facetas apresentam uma flexibilidade considerável uma vez que, podemos alterar a sua cor interna de modo a ajustar a cor final das restaurações. A textura de superfície é facilmente reproduzível de modo a simular os dentes adjacentes (Goldstein et al., 2018).

As resinas compostas tendem a perder o brilho, sendo necessário um polimento periódico. No caso das facetas cerâmicas, estas retêm o brilho ao longo de toda a vida (Goldstein et al., 2018).

Outra característica importante é a estabilidade da cor. A sua estrutura microscópica revela espaços muito pequenos e irregulares onde seria possível colorar. Ou seja, a sua estrutura altamente vítrea permite às cerâmicas serem muito resistentes à coloração de produtos incluindo, medicamentos, álcool, tabaco, cosméticos, entre outros (Goldstein et al., 2018).

Apresentam também um resultado altamente aceitável às forças de tração. A força de ligação das facetas cerâmicas ao esmalte é considerada mais forte do que qualquer outro tipo de material. O uso de resina e silano na adesão confere uma resistência que varia de 17,9 até 22,1 MPa, quando comparado às facetas de resina composta, de apenas 6,2 a 9,7 MPa. São igualmente resistentes à abrasão e ao desgaste, com resultados ótimos após muitos anos em boca (Goldstein et al., 2018).

Estas apresentam uma menor absorção de fluidos do que outros materiais. No caso das facetas de resinas, a absorção de água causa um desgaste das superfícies e diminuição das propriedades físicas com o avançar do tempo (Goldstein et al., 2018).

Nas radiografias as facetas assemelham-se as estruturas dentárias, sendo possível visualizar áreas que estariam ocultas com restaurações radiopacas (Goldstein et al., 2018).

Uma das principais vantagens do uso de facetas cerâmicas, consiste na conservação de estrutura dentária, nomeadamente da dentina, uma vez que, a maioria dos preparos é feito em esmalte, sendo apenas necessário uma diminuição de estrutura entre 0,4 e 0,7mm. Logo, na maior parte dos casos não é necessário a administração de anestésico, a menos que o preparo se desenvolva para a dentina. Nestes casos é necessário confeção de provisórios o que não acontece quando os preparos terminam em esmalte (Bispo, 2009; Gurel, 2003; Mathew et al., 2010; Soares et al., 2012).

Apresentam resultados duradouros a longo prazo. Uma vez aderidas, as facetas cerâmicas ficam altamente resistentes. Estudos feitos em 5 anos apresentam uma taxa de sobrevivência de 98,4%, enquanto que estudos em 12 anos apresentam uma taxa de sobrevivência de 94,4%. Apresentam aproximadamente uma taxa de insucesso clínico de 5% (Goldstein et al., 2018).

### **3.8. Desvantagens**

Considerado para muitos a melhor, ou uma das melhores, alternativas para reabilitações estéticas que os Médicos Dentistas dispõem, as facetas dentárias cerâmicas também possuem algumas desvantagens (Mathew et al., 2010).

Apesar das facetas cerâmicas serem conservadoras, na vasta maioria dos casos é necessária remoção de esmalte são, que normalmente corresponde a 0,5 mm. Outra desvantagem consiste na irreversibilidade destas preparações, em comparação temos resinas compostas que não precisam de nenhum tipo de preparação (Goldstein et al., 2018; Shibata et al., 2016).

Para se obter um bom resultado final, é necessário e muito importante seguir à risca um protocolo clínico minucioso, sendo que uma falha nesse processo pode comprometer a sua longevidade (Mathew et al., 2010).

A cor das facetas não é modificada facilmente, uma vez que coladas na posição correta, o mesmo acontece na reparação de falhas imprevisíveis (Goldstein et al., 2018; Mathew et al., 2010).

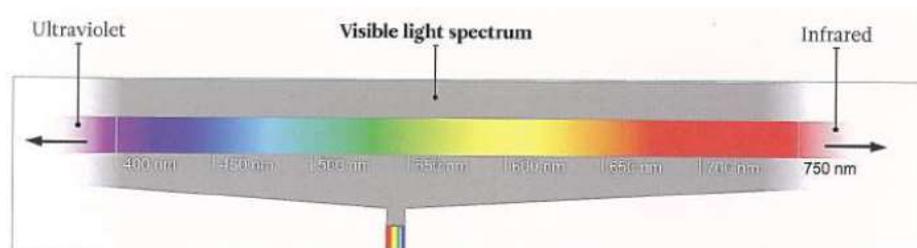
As facetas apresentam dificuldade de fabrico, colocação, despesas e tempo envolvido. São extremamente frágeis e de difícil manipulação. Este processo exige pelo menos duas consultas (Goldstein et al., 2018).

Outra das dificuldades é obter as margens das cerâmicas bem adaptadas ao esmalte. Estas margens podem ser frágeis e de difícil acabamento (Goldstein et al., 2018).

A suscetibilidade à microrugosidade na superfície proveniente de tratamentos com flúor e a profilaxia com destartarizadores em redor das margens das facetas cerâmicas pode causar microfiltração (Goldstein et al., 2018).

#### 4. Cor

Podemos definir “cor” como uma aparência subjetiva da luz detetada pelo olho humano. Estes apenas conseguem captar uma pequena porção do espectro eletromagnético, ao qual damos o nome de “espectro visível”. O alcance do comprimento de onda que o olho humano consegue captar varia de pessoa para pessoa, assumindo-se que o comprimento de onda mais curto é próximo dos 400nm e corresponde à cor violeta e o comprimento de onda mais longo é próximo dos 700nm e correspondente à cor vermelha (Hirata, 2017; Tilley, 2011).



**Figura 6** - Espectro Eletromagnético (Hirata, 2017)

A cor dos dentes pode ser resultado de fatores intrínsecos e extrínsecos. Dentro dos fatores intrínsecos, este pode ser determinado através da absorção e dispersão da luz tanto no esmalte como em dentina. O esmalte sendo um material translucido, torna a dentina subjacente importante na determinação da cor do dente. Os fatores extrínsecos estão relacionados com a formação de manchas no interior da superfície de esmalte que são resultado de diversos fatores como por exemplo: técnica de escovagem errada, tabaco, idade, exposição a clorexidina e sais de ferro, entre outros (Joiner & Luo, 2017).

A estrutura dentária é composta essencialmente por esmalte e dentina, sendo que ambos contribuem para a cor do dente. A dentina é responsável, de acordo com os estudos, pela cor fundamental do dente, enquanto que o esmalte apenas contribui na dispersão e refração da luz. Este contribui na dispersão do comprimento de onda da gama azul (He et al., 2020).

Vários estudos foram feitos relacionando a cor com diferentes fatores. Concluiu-se que as mulheres apresentam dentes incisivos com menor croma e maior valor quando comparados com os homens. Geralmente os dentes anteriores superiores apresentam uma cor mais amarelada em relação aos dentes anteriores inferiores, e os incisivos superiores apresentam um valor superior aos incisivos laterais e caninos. Em vários estudos foi possível concluir também que com o avançar da idade a cor dos dentes torna-se mais amarelada e mais escura (Joiner & Luo, 2017).

A cor e aparência dos dentes têm sido uma preocupação constante, estando relacionadas ao desejo de tratamentos que possam melhorar a estética dentária, incluindo os branqueamentos dentários. Com o desenvolvimento das tecnologias, nomeadamente na área da cor, é possível descrever a cor correta do dente utilizando aparelhos como o espectrofotómetro, espectrorradiómetro, colorímetros e sistemas de imagem digitais. Através destes aparelhos também tem sido possível efetuar estudos em diversas populações, concluindo que há diferenças de cor do dente por sexo e idade (Joiner & Luo, 2017).

O cérebro tem a capacidade de interpretar e transmitir a resposta psicofisiológica do olho humano que na presença de luz visível capta a cor. Na retina temos terminações nervosas, os bastonetes e os cones. Os primeiros estão encarregues pelo preto e branco, os segundos pela visão colorida (Hilton et al., 2013).

Entendemos como fonte de luz, qualquer objeto que transmita radiação no espectro visível. Este objeto por sua vez consegue transmitir, absorver ou refletir luz, podendo alterar a percepção de cor (Hilton et al., 2013). Porém existem fontes distintas de luz capazes de produzir diferentes percepções de cor, ao qual damos o nome de metamerismo (Heymann et al., 2012).

A cor possui três elementos chave, são eles a fonte de luz, sistema de visão e os objetos iluminados. Podemos definir fonte de luz como a emissão de energia em diversos comprimentos de onda. Dependendo das propriedades físicas do objeto, quando a luz é incidida sobre este, pode sofrer fenômenos de reflexão, transmissão e absorção. A cor depende da reflexão espectral, ou seja, da quantidade de luz refletida em diferentes comprimentos de onda. Esta luz chega aos olhos, e é absorvida pelos fotorreceptores na retina convertendo-a num sinal interpretado pelo cérebro (Joiner & Luo, 2017; Radaelli et al., 2013).

Geralmente utilizamos a luz solar para determinar da cor do dente, mas esta pode variar consoante a poluição ambiental, humidade e hora do dia. Apesar disto, podemos determinar a cor do dente utilizando também fontes de luz incandescentes ou fluorescentes (Shammas & Alla, 2011).

Podem existir outros fatores que influenciam o acerto de uma cor como o contraste sucessivo, simultâneo e a constância da cor. O primeiro consiste no efeito negativo de projeção que se verifica ao olhar para um objeto colorido fixamente. O segundo consiste na mudança da aparência da cor (mudança na sensibilidade cromática) relacionado com as cores que integram o ambiente focado. Por fim, a constância de cor como o próprio nome indica, consiste num objeto apresentar a mesma cor mesmo que haja variação da luz recebida pelo olho (Radaelli et al., 2013).

## **5. Propriedades Óticas**

Atualmente, as propriedades óticas estão dependentes de vários fatores no que toca às restaurações com recurso a materiais cerâmicos. Os parâmetros considerados mais importantes são a espessura e o tipo de material utilizado. Podem surgir alterações

relacionadas com a translucidez e cor quando existe alteração da espessura da cerâmica, tendo efeito nas propriedades óticas (Subaşı et al., 2018).

Com o grande desenvolvimento na área dos sistemas cerâmicos, estes têm sido preconizados para a reabilitação estética, uma vez que possuem propriedades óticas semelhantes às dos dentes naturais (Dede et al., 2016; Subaşı et al., 2018).

Diversos sistemas cerâmicos disponíveis no mercado apresentam propriedades físicas e mecânicas diferentes. Quando um sistema cerâmico apresenta uma elevada resistência, geralmente associado ao aumento do conteúdo cristalino, resulta numa aparência opaca, menos natural. Contudo sistemas cerâmicos como o dissilicato de lítio, permitem uma maior transmissão de luz e portanto uma maior translucidez, aliados a uma boa resistência (Dede et al., 2016).

No entanto o aspeto final de uma restauração, também esta dependente de fatores como a cor do dente subjacente, do núcleo e do cimento utilizado na adesão. Os cimentos de resina, utilizados para a adesão das cerâmicas providenciam uma estética apropriada, uma baixa solubilidade e excelentes propriedades mecânicas, aumentando desta forma o sucesso clínico e estético (Dede et al., 2016).

### **5.1. Propriedades Óticas Primárias**

Os principais problemas que surgem na medicina dentária, além do acerto da cor é a dificuldade de comunicação da mesma. Deste modo, várias escalas de cor têm sido desenvolvidas com o intuito de não existirem erros na forma de comunicação da cor dos dentes (Joiner, 2004; Radaelli et al., 2013).

Uma das formas para facilitar a comunicação da cor foi o sistema “CIE Lab” que surgiu em 1978. Este apresenta-se de forma numérica e quantitativa, e refere-se a Teoria Tricromática da cor, ou seja, baseada nos recetores da cor do olho: vermelho, azul e verde. O “CIE Lab” apresenta vantagens em relação ao espaço de cores preconizado por Munsell (valor, croma e matiz). A principal vantagem consiste na quantificação das cores em unidades, sendo relacionadas à significância clínica e à percepção visual. Ainda assim o sistema mais usado em Medicina Dentária é o de Munsell (Radaelli et al., 2013; Turgut, 2019).

### 5.1.1. Matiz

Podemos definir matiz como a tonalidade ou o pigmento que permite diferenciar as famílias de cores, tais como o verde, azul, amarelo ou vermelho. Esta é responsável pelo comprimento de onda dominante do espectro de luz visível, que representa a cor percebida (Hilton et al., 2013; Joiner, 2004; Radaelli et al., 2013).



**Figura 7** - Matiz. Família de Cores (Hilton et al., 2013)

A matiz é comumente utilizada quando queremos caracterizar a cor de um dente natural ou de uma restauração (Gurel, 2003).

Para tal, na medicina dentária utilizamos a escala VITA Classic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha), onde foram colocadas as principais matizes e podem ser representadas por 4 grupos: A, B, C e D.



**Figura 8** - Escala VITA (Hirata, 2017)

A matiz “A” corresponde a tons mais castanhos, a matiz “B” corresponde a uma mistura entre tons amarelos e castanhos, a matiz “C” corresponde a uma mistura de tons entre cinzento e castanho, e por fim a matiz “D” corresponde a uma mistura de tons entre o vermelho e o castanho (Hirata, 2017; Radaelli et al., 2013).

As observações clínicas foram capazes de demonstrar que, 80% dos pacientes possuem uma matiz A e apenas 15% possui uma matiz B. A matiz D surge em cerca de

5% dos casos, sendo de difícil identificação devido às características biológicas do olho humano. A matiz C não é considerada uma matiz pura, uma vez que não podemos encontrar no espectro da cor, esta é resultante da junção entre preto e o branco, sendo considerada uma referencia de luminosidade (Hirata, 2017).

### 5.1.2. Valor

O valor corresponde à quantidade de luz refletida por um objeto, isto é ao brilho/luminosidade de uma cor, podendo ser distinguido entre escuro e claro, que é captado pelo olho através dos fotões (Hilton et al., 2013; Hirata, 2017; Radaelli et al., 2013).



**Figura 9** - Valor. Branco a Preto, acromático (Hilton et al., 2013)

Este valor é descrito como uma escala que varia do completamente branco para o completamente preto, passando por diversas variações de cinzento (Hirata, 2017; Turgut, 2019).

Portanto, quando nos referimos a valores altos, estes apresentam quantidades baixas de cinzento correspondendo a cores mais claras (branco), mas quando nos referimos a valores baixos, estes apresentam grandes quantidades de cinzento correspondendo a cores mais escuras (pretas) (Radaelli et al., 2013; Turgut, 2019).

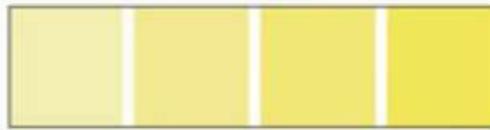
O valor consiste no parâmetro da cor em que o olho humano é mais sensível. Isto é, o olho humano é composto por bastonetes (responsáveis pela luz monocromática) e cones (responsável pelas diferentes cores) em uma proporção de 20:1. Portanto um erro na seleção do valor terá um impacto elevado na percepção da cor final (Radaelli et al., 2013).

Quando queremos alterar o valor de um material restaurador, este pode ser realizado de duas maneiras, através da diminuição do croma ou do aumento do reflexo

da superfície. Portanto, quando temos um baixo valor, significa que, iremos ter menos luz refletida da superfície e esta será absorvida ou refletida em outras direções (Radaelli et al., 2013).

### 5.1.3. Croma

O croma é definido pelo grau de saturação ou pela intensidade de uma certa matiz. Este vai variar consoante a quantidade de pigmentos incorporados na matiz, determinando a intensidade da cor. Ou seja, através deste conseguimos distinguir cores vivas de cores pálidas. O croma e o valor são inversamente proporcionais, logo quando existe o aumento do croma (mais escuro/saturado) ocorre uma diminuição do valor (Hirata, 2017; Radaelli et al., 2013; Turgut, 2019).



**Figura 10** - Croma. Pálido a Vivo, cromático (Hilton et al., 2013)

Em medicina dentária, a saturação é definida convencionalmente através de numeração gradual, em que estas representam diferentes intensidades dentro da mesma tonalidade (Hirata, 2017; Radaelli et al., 2013).

Utilizamos então a escala VITA Classic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), onde o croma aparece representado pelos números, 1, 2, 3 e 4. Os números mais elevados representam um maior croma, ou seja, mais saturado/escuro (Radaelli et al., 2013; Shamma & Alla, 2011).

A escolha do croma pode ser baseada tanto na idade como num método comparativo. Geralmente o croma em pacientes jovens representa números mais baixos, enquanto que nos pacientes mais idosos este apresenta números mais elevados. Este processo de seleção pode ser facilitado quando usamos o método comparativo, como demonstrado na figura 10 (Hirata, 2017).



**Figura 11** - Comparação do croma utilizando escala VITA (Hirata, 2017)

## 5.2. Propriedades Óticas Secundárias

Podem ocorrer vários fenômenos quando existe interação com a luz: transmissão da luz através do objeto, reflexão difusa da luz na superfície, reflexão na superfície, absorção e espalhamento da luz dentro do objeto. Com estes fatores, tornar uma restauração idêntica aos dentes naturais pode se tornar muito difícil. Quando efetuamos a restauração temos de ter em conta alguns fatores para que se tornem esteticamente aceitáveis, são eles o brilho, textura de superfície, diferenças da cor entre o esmalte e a dentina, entre a região incisal e cervical, translucidez e a dimensão da estrutura dentária (Alghazzawi et al., 2012; Radaelli et al., 2013; Vichi et al., 2011).

Através de vários estudos chegou-se à conclusão de que os dentes apresentam propriedades óticas muito complexas. Apesar da correspondência da cor ser um procedimento primordial na reabilitação estética, medir a cor utilizando apenas as propriedades óticas primarias como o croma, valor e matiz torna-se insuficiente. É necessário ter em consideração outras medidas presentes nos dentes tais como a translucidez, opacidade, fluorescência e opalescência (propriedades óticas secundárias) (Catelan et al., 2015; Tabatabaian, 2018).

### 5.2.1. Translucidez

A translucidez é a capacidade de um material transmitir a luz. Mas a maior parte da luz transmitida sofre difusão fazendo com que objetos do lado oposto não sejam claramente visualizados. A translucidez é comumente descrita como a posição entre a opacidade total e a transparência completa (Salgado et al., 2013; Tabatabaian, 2018).

É possível compreender que quanto mais translucido for um material, menor será o seu valor e por sua vez mais cinzento. Mas se aumentarmos o valor, este torna-se mais branco e por consequência mais opaco (Hirata, 2017).

Para quantificar a translucidez, são definidas diversas propriedades óticas para uma determinada cerâmica, que pode apresentar uma espessura entre 0,5 e 1mm. Estas são a percentagem de transmissão de luz visível (VLTP- visible light transmittance percentage), parâmetro de translucidez (TP- translucency parameter) e o rácio de contraste (CR- contrast ratio) (Tabatabaian, 2018).

Portanto através da espessura, da transmissão e dispersão da luz é possível quantificar a translucidez (Lee, 2016; Tabatabaian, 2018).

Tanto as cerâmicas como os dentes naturais possuem diferentes graus de translucidez, que são provenientes de diferentes comprimentos de onda. É possível constatar que nas regiões cervicais, temos uma baixa translucidez quando comparado com as regiões incisais onde observamos uma elevada translucidez. (Joiner, 2004; Lee, 2016).

Portanto, para se obter estética nas restaurações é fundamental dominar o grau de opacidade e translucidez, uma vez que estes são indicadores da quantidade e qualidade de reflexão da luz (Salgado et al., 2013).

Na confecção de coroas cerâmicas, a translucidez influencia a cor final da restauração. A cerâmica vítrea facilita a passagem da luz, melhorando a aparência estética em comparação com as coroas cerâmicas com infraestruturas opacas, uma vez que estas fazem a reflexão da maior parte da luz, impedindo a sua passagem. Podemos aumentar a translucidez de uma coroa quando diminuimos o seu valor, isto porque, a luz imitada ao olho será menor. Quando temos elevada translucidez, a luz consegue passar e espalha-se dentro da restauração. No entanto as restaurações cerâmicas necessitam de

um mínimo de espessura para se tornarem resistentes, que é específico para cada sistema cerâmico, afetando a translucidez (Radaelli et al., 2013).

### 5.2.2. Opalescência

A opalescência é uma característica fundamental relacionada com a cor e luz. Esta aparece quando um feixe de luz incide sobre o esmalte dentário onde se espalha e sofre refração pelos seus cristais de hidroxiapatite (Hirata, 2017; Lee, 2016).

Os cristais de hidroxiapatite funcionam como como filtro, são seletivos para os inúmeros comprimentos de onda de luz visível. Através desta condição, o esmalte pode possuir diferentes cores, que variam consoante a orientação dos feixes de luz. Os comprimentos de onda longos, associados à cor vermelha e laranja conseguem ultrapassar os cristais de esmalte enquanto que comprimentos de onda mais curtos associados a cor verde, azul e violeta são refletidos. Este fenómeno resulta na opalescência que é manifestada através da superfície do esmalte na região incisal por tons cinzento e azul e na região cervical por tons alaranjados. Não obstante do esmalte dentário ser opalescente em toda a sua superfície, podemos observar maior evidência deste fenómeno na região incisal, onde existe maior espessura desse tecido (Hirata, 2017; Lee, 2016).

São utilizados dois índices para a determinação da opalescência dos materiais e dentes naturais. Um dos índices é o OP-RT, que calcula a diferença entre as coordenadas do vermelho-verde e amarelo-azul, entre as cores transmitidas e refletidas medidas através de espectrofotómetros. O outro índice é o OP-BW, que é calculado através da diferença dos valores do CIE  $a^*$  e  $b^*$  sobre fundos brancos e pretos na cor refletida (Tabatabaian, 2018).

Um bom exemplo do fenómeno de opalescência é o céu, que mostra classicamente a dispersão da luz, que pode causar efeitos azuis ou laranjas dependendo do angulo de incidência da luz. É possível observar na figura 13 (Hirata, 2017).



**Figura 12** - Exemplo do céu como fenômeno de opalescência (Hirata, 2017)

A opalescência é o paradoxo que combina a elevada translucidez com o elevado brilho. Este fenômeno é evidente no esmalte dentário, e já é possível alcançar através dos materiais cerâmicos, por estes possuírem características muito similares, o que não acontece com os compósitos (Hirata, 2017).

### 5.2.3. Fluorescência

A fluorescência é um fenômeno definido pela habilidade de uma determinada estrutura absorver comprimentos de onda curtos, fora do espectro de luz “visível” (UV), e emitir dentro da luz “visível”. Geralmente esta é irradiada em comprimentos de onda superiores (Catelan et al., 2015; Hirata, 2017).

Nos dentes naturais, a fluorescência é determinada sobretudo pela dentina, através da penetração da luz UV pelo esmalte, excitando os componentes fotossensíveis. Este fenômeno ocorre quando há excitação provocada pela luz UV, fazendo com que os elétrons da camada exterior gerem uma elevada quantidade de energia, ocupando orbitas de maior conteúdo energético. Quando estes voltam ao seu estado normal, o elétron retorna à sua orbita libertando energia na forma de fótons de luz através de um comprimento de luz maior, visível ao olho humano (Catelan et al., 2015).

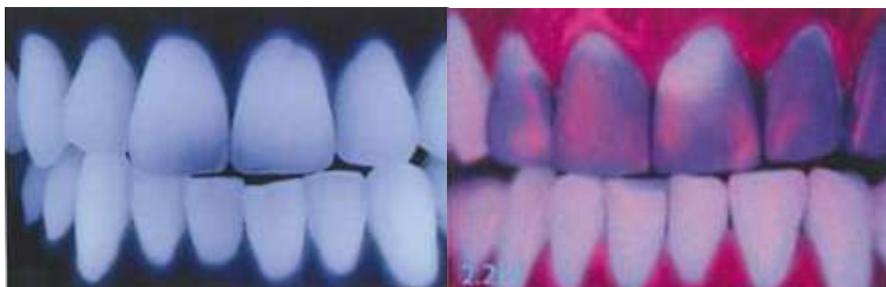
O esmalte e a dentina possuem estruturas fluorescentes, apesar de mais pronunciado na dentina, que possui uma elevada quantidade de pigmentos orgânicos fotossensíveis aos raios ultravioleta. Devido a este fator, os dentes naturais quando expostos a luz ultravioleta têm uma aparência fluorescente, mais branca e limpa, dando o efeito de maior vitalidade. Este fenômeno é possível observar nos dentes naturais, que

ao serem expostos e dependendo da intensidade da radiação UV, pode variar entre azul intenso e branco (Catelan et al., 2015; Hirata, 2017; Joiner, 2004; Salgado et al., 2013).

Segundo Catelan (2015), não é possível observar diferença de fluorescência entre molares, pré-molares, caninos e incisivos.

A fluorescência é uma propriedade considerada importante quando fazemos restaurações, nomeadamente em regiões anteriores. Um material de restauração é considerado bom quando possui especificidades como fluorescência, reflexão e difusão da luz, idênticas aos dentes naturais. Os materiais restauradores não apresentam por si só fluorescência, esta é obtida quando incorporados compostos luminescentes (Catelan et al., 2015; Hirata, 2017).

Quando se fala de fluorescência esta não tem contribuição para a cor dos dentes, quando observados à luz natural. Contudo quando observada em luz UV, a ausência desta propriedade proporciona uma restauração pouco aceitável em níveis estéticos. Este fenómeno é possível observar na figura 12 (Catelan et al., 2015).



**Figura 13** - Restaurações a RC, sem propriedades fluorescentes (Hirata, 2017).

### **5.3. Propriedades Óticas das Cerâmicas**

Nos últimos anos, os sistemas de cerâmica totalmente reforçados foram-se desenvolvendo e ganharam destaque, substituindo os anteriores sistemas com infraestrutura metálica. Através deste novo sistema conseguiu-se diminuir a reflexão de luz, uma vez que não temos uma camada totalmente opaca. Portanto, as cerâmicas vítreas vão apresentar maior translucidez comparativamente as metalocerâmicas. Este fator é de extrema importância uma vez que as propriedades óticas são um fator fundamental no sucesso das restaurações (Raptis et al., 2006).

Com este novo sistema cerâmico conseguimos aliar a estética à resistência. Estes permitem a mimetização, uma vez que possuem as mesmas propriedades óticas presentes na dentina e esmalte dentário. São estas a translucidez, cor, opacidade, opalescência e fluorescência. Mas, é necessária muita ponderação na escolha do sistema cerâmico que reproduza fielmente os dentes naturais (Barizon, 2011).

Para se obter mimetização de um dente é necessário que as restaurações cerâmicas representem todas as propriedades óticas, no entanto, algumas realçam a naturalidade como a translucidez. Para tal, devemos produzir a mesma translucidez dos dentes adjacentes para as cerâmicas, controlando a reflexão, absorção e transmissão da luz, e também a fluorescência e opalescência que representam a estrutura do dente (Raptis et al., 2006).

Foi feito um estudo por Cho et al (2009), que comparou a opalescência dos dentes naturais e dos sistemas cerâmicos. O estudo concluiu que, os sistemas cerâmicos apresentam valores de opalescência inferiores aos dentes naturais. Ainda que, estes sejam capazes de reproduzir a opalescência, necessitam de desenvolvimento e investigação.

A translucidez nos dentes naturais varia com a idade, brilho, ângulo de incidência, comprimento de onda, textura de superfície e com o grau de mineralização dos tecidos. No caso das cerâmicas, a translucidez varia consoante a textura da superfície uma vez que a reflexão da luz pode variar consoante o ângulo de incidência resultando numa diferente percepção da cor (Barizon et al., 2014; Bhat et al., 2011).

A composição dos sistemas cerâmicos tem influência direta na estética, nomeadamente na translucidez. Sistemas cerâmicos opacos possuem valores de translucidez que varia de 20 a 35%, enquanto que sistemas cerâmicos mais estéticos possuem valores entre 45 a 50% (Shammas & Alla, 2011).

Um estudo comparou a translucidez das cerâmicas feldspáticas com os sistemas cerâmicos IPS-Empress® 1, IPS-Empress®2, In-Ceram® Zircónia, In-Ceram® Alumina, In-Ceram® Spinell e Procera®. Foi possível concluir que a cerâmica In-Ceram® Spinell depois das feldspáticas, é a que apresenta maior translucidez seguida da IPS-Empress® 1, IPS Empress® 2, Procera®, In-Ceram® Alumina e In-Ceram® Zircónia. Para regiões anteriores os sistemas In-Ceram® Spinell, IPS-Empress® 1 e IPS

Empress® 2 são os mais indicados. Para regiões onde a estética não é primordial e sim a resistência, regiões posteriores, os sistemas mais indicados são In-Ceram® Alumina e o In-Ceram® Zircónia (Heffernan et al., 2002).

O comportamento global ótico de um sistema cerâmico cimentado, isto é, a capacidade de este interagir com a luz e exprimir as propriedades estéticas depende de três condições importantes, do agente de cimentação, da estrutura subjacente e da estrutura da cerâmica. A cor da estrutura ou dente subjacente vão ter influencia direta no brilho e direção da luz, deste modo devemos ter em consideração as propriedades de translucidez/opacidade na escolha do melhor sistema cerâmico para cada caso clínico (Raptis et al., 2006).

Através da literatura é possível concluir que a espessura dos sistemas cerâmicos influencia o resultado das restaurações. Quando mais espesso for o sistema cerâmico menor será a translucidez, uma vez que este afeta a transmissão da luz. Com isto observa-se um menor brilho e uma tonalidade mais vermelha e amarela (Barizon et al., 2014).

## **6. Adesão a cerâmica**

Atualmente, as facetas cerâmicas estão dependentes da retenção através da adesão. Portanto a qualidade do agente de união é cada vez mais importante, uma vez que é fundamental para o sucesso deste tipo de restaurações a longo prazo. Comparando com os cimentos tradicionais já existentes como é o caso do cimento ionómero de vidro, surgiu o cimento de resina. Este proporciona não só uma ligação forte e duradoura como também é capaz de alcançar melhores resultados estéticos e conferir uma maior resistência aos sistemas cerâmicos (Noda et al., 2017; Tian et al., 2014).

Esta adesão pode ser derivada de uma combinação química, mecânica, ou da combinação de ambas as formas. O condicionamento da superfície através de ácido fluorídrico, a utilização de jatos de areia com compostos de óxido de alumínio (revestidos por sílica) ou a utilização de brocas para obter microrrugosidade na superfície tem provado ser benéfico uma vez que aumenta a retenção mecânica entre os compósitos de resina e o material cerâmico. Segundo a literatura a utilização de silano

como primer, provou também uma melhoria significativa na adesão (Noda et al., 2017; Sattabanasuk et al., 2017; Tian et al., 2014).

O silano possui uma baixa viscosidade, o que promove a molhabilidade e diminui o ângulo de contato, melhorando a infiltração da resina nas microrugosidade da superfície anteriormente condicionada. Além da retenção mecânica, este é capaz de criar retenção química. A adesão química entre a cerâmica e o silano ocorre por meio de uma reação de condensação entre a sílica presente nas cerâmicas e os grupos silanol (Si-OH), proveniente da hidrólise das moléculas de silano. Esta reação vai formar uma ligação de siloxano, produzindo como subproduto a água. Depois de seco, a superfície da cerâmica torna-se hidrofóbica, fazendo com que os grupos não hidrolisáveis presentes na outra extremidade do silano possam deste modo co-polimerizar com o grupo metacrilato da resina. Portanto o silano tem como principal função tornar a cerâmica suscetível a adesão (Sattabanasuk et al., 2017; Tian et al., 2014).

Para que haja adesão micromecânica é necessário que o ácido hidrófluorídrico reaja com o dióxido de silício, de modo a haver dissolução da superfície vítrea da cerâmica. Deste modo, obtemos um aumento da energia de superfície e rugosidade. Com a micro rugosidade obtida, aumentamos o grau de união entre o cimento e a cerâmica. (Tian et al., 2014).

Fundamentalmente é necessário compreender que existem diferentes protocolos de tratamento de superfície consoante a microestrutura, composição química e conteúdo de fase vítrea das cerâmicas. No caso das cerâmicas como a zircónia ou alumina os cimentos de resina são pouco eficazes uma vez que estas resistem ao condicionamento ácido. Portanto, é essencial o conhecimento das diferentes técnicas adesivas existentes para obtermos os melhores resultados clínicos (Santos et al., 2009; Tian et al., 2014).



### III. Conclusão

Com o avanço da medicina dentária é insuficiente apenas restabelecer a função e forma dos dentes. Desta forma a estética tornou-se uma ferramenta crucial para o sucesso dos tratamentos dentários. Para tal, são necessários materiais que correspondam às expectativas, capazes de reproduzir as propriedades óticas dos dentes naturais.

As cerâmicas têm sido aprimoradas e utilizadas ao longo dos anos. Através destas já é possível aliar a resistência à estética. A sua excelente capacidade de reproduzir as propriedades óticas do esmalte e da dentina como a translucidez, opalescência e fluorescência fizeram das cerâmicas a principal escolha para restaurações estéticas. Além disso, estas apresentam uma elevada taxa de sucesso clínico, sendo uma alternativa segura, previsível e conservadora.

As composições dos sistemas cerâmicos são de extrema importância uma vez que influenciam a estética, nomeadamente a translucidez. Compostos de matriz vítrea conferem maior translucidez, ou seja, uma melhor estética, por outro lado, os compostos de matriz cristalina já conferem uma maior opacidade, tornando as restaurações mais artificiais. Além da composição, a densidade, o tamanho das partículas, a porosidade, o índice de refração e a espessura também têm influência direta no aspeto final das restaurações.

As propriedades óticas dos sistemas cerâmicos, dependem também do substrato, ou seja, da cor do dente subjacente, do núcleo e do cimento utilizado. A estabilidade da cor dos cimentos é decisiva no sucesso de restaurações translucidas, nomeadamente das facetas cerâmicas.

No entanto, mais estudos serão necessários realizar a fim de identificar quais as cerâmicas que possuem melhores propriedades óticas e quais os fatores que as podem influenciar.



#### IV. Bibliografia

- Alghazzawi, T. F., Lemons, J., Liu, P. R., Essig, M. E., & Janowski, G. M. (2012). Evaluation of the optical properties of CAD-CAM generated yttria-stabilized zirconia and glass-ceramic laminate veneers. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *107*(5), 300–308. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60079-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60079-1)
- Amesti-Garaizabal, Agustín-Panadero, Verdejo-Solá, Fons-Font, Fernández-Estevan, Montiel-Company, & Solá-Ruiz. (2019). Fracture Resistance of Partial Indirect Restorations Made With CAD/CAM Technology. A Systematic Review and Meta-analysis. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 8, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/jcm8111932>
- 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>
- Barizon, K. T. L. (2011). Relative translucency of ceramic systems for porcelain veneers. *Journal of Dentistry*, *39*(3), 175–65.
- Barizon, K. T. L., Bergeron, C., Vargas, M. A., Qian, F., Cobb, D. S., Gratton, D. G., & Geraldeli, S. (2014). Ceramic materials for porcelain veneers: Part II. effect of material, shade, and thickness on translucency. *Trends in Cardiovascular Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2014.05.007>
- Belli, R., Geinzer, E., Muschweck, A., Petschelt, A., & Lohbauer, U. (2014). Mechanical fatigue degradation of ceramics versus resin composites for dental restorations [The Academy of Dental Materials]. In *Dental Materials* (Vol. 30, Issue 4). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.01.003>
- Bhat, V., Krishna Prasad, D., Sood, S., & Bhat, A. (2011). Role of colors in prosthodontics: Application of color science in restorative dentistry. *Indian Journal of Dental Research*, *22*(6), 804–809. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.94675>
- Bispo, L. B. (2009). Facetas estéticas: status da arte. *Revista Dentística*, *8*(18), 1–14.
- Catelan, A., Guedes, A. P. A., Suzuki, T. Y. U., Takahashi, M. K., De Souza, E. M., Briso, A. L. F., & Dos Santos, P. H. (2015). Fluorescence intensity of composite layering combined with surface sealant submitted to staining solutions. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *27*(S1), S33–S40. <https://doi.org/10.1111/jerd.12139>
- Cho, M. S., Yu, B., & Lee, Y. K. (2009). Opalescence of all-ceramic core and veneer materials. *Dental Materials*, *25*(6), 695–702. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.11.013>
- D’Arcangelo, C., Zarow, M., De Angelis, F., Vadini, M., Paolantonio, M., Giannoni, M., & D’Amario, M. (2014). Five-year retrospective clinical study of indirect composite restorations luted with a light-cured composite in posterior teeth. In

- Clinical Oral Investigations* (Vol. 18, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s00784-013-1001-8>
- Dede, D. Ö., Ceylan, G., & Yilmaz, B. (2016). Effect of brand and shade of resin cements on the final color of lithium disilicate ceramic. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(4), 539–544. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.07.014>
- Edelhoff, D., Prandtner, O., Pour, R. S., Liebermann, A., Stimmelmayer, M., & Güth, J. F. (2018). Anterior restorations: The performance of ceramic veneers. *Quintessence International*, 49(2), 89–101. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a39509>
- El-Mowafy, O., El-Aawar, N., & El-Mowafy, N. (2018). Porcelain veneers: An update. *Dental and Medical Problems*, 55(2), 207–211. <https://doi.org/10.17219/dmp/90729>
- Giordano, R., & McLaren, E. A. (2010). Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 31(9).
- Giordano, R., & McLaren, E. A. (2014). Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 6(0), 73–89. <https://doi.org/10.2143/awe.6.0.2022794>
- Goldstein, R. E., Stappert, C. F. J., Tjiptowidjojo, F. A., & Chu, S. J. (2018). Ceramic Veneers and Partial-Coverage Restorations. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gomes, E. A., Assunção, W. G., Rocha, E. P., & Santos, P. H. (2008). Cerâmicas odontológicas: O estado atual. In *Ceramica* (Vol. 54, Issue 331). <https://doi.org/10.1590/s0366-69132008000300008>
- Gopal, S. V. (2018). CAD-CAM and All Ceramic Restorations, Current Trends and Emerging Technologies: A Review. *International Journal of Orofacial Research*, 2(2). <https://doi.org/10.4103/ijofr.ijofr>
- Gracis, S., Thompson, V., Ferencz, J., Silva, N., & Bonfante, E. (2016). A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. In *The International Journal of Prosthodontics* (Vol. 28, Issue 3). <https://doi.org/10.11607/ijp.4244>
- Gurel, G. (2003). The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers. In *Dentistry today* (Vol. 21, Issue 11). [https://doi.org/10.5005/jp/books/12530\\_20](https://doi.org/10.5005/jp/books/12530_20)
- He, W. H., Park, C. J., Byun, S., Tan, D., Lin, C. Y., & Chee, W. (2020). Evaluating the relationship between tooth color and enamel thickness, using twin flash photography, cross-polarization photography, and spectrophotometer. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(1), 91–101. <https://doi.org/10.1111/jerd.12553>
- Heffernan, M. J., Aquilino, S. A., Diaz-Arnold, A. M., Haselton, D. R., Stanford, C. M., & Vargas, M. A. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: Core and veneer materials. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(1), 10–15. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(02\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(02)00041-0)

- Heymann, H. O., Jr. Swift, E. J., & Ritter, A. V. (2012). *Sturdevant's Art and Science of operative dentistry sixth edition*. 756.
- Hilton, T. J., Ferracane, J. L., & Broome, J. C. (2013). *Summitt's fundamentals of operative dentistry a contemporary approach* (fourth edi).
- Hirata, R. (2017). *Shortcuts in esthetic dentistry*.
- Ho, G. W., & Matinlinna, J. P. (2011). Insights on Ceramics as Dental Materials. Part I: Ceramic Material Types in Dentistry. In *Silicon* (Vol. 3, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s12633-011-9078-7>
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: A review of the literature. In *Journal of Dentistry* (Vol. 32, Issue SUPPL.). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>
- Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, 67(June), S3–S10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.006>
- Kelly, J. R., & Benetti, P. (2011). Ceramic materials in dentistry: Historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal*, 56(SUPPL. 1), 84–96. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x>
- Lee, Y. K. (2016). Opalescence of human teeth and dental esthetic restorative materials. *Dental Materials Journal*, 35(6), 845–854. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-091>
- Li, R. W. K., Chow, T. W., & Matinlinna, J. P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art [Japan Prosthodontic Society]. In *Journal of Prosthodontic Research* (Vol. 58, Issue 4). <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2014.07.003>
- Magne, P., & Belser, U. (2003). *Restaurações Adesivas de Porcelana na Dentição Anterior Uma Abordagem Biomimética*.
- Marchionatti, A. M. E., Wandscher, V. F., May, M. M., Bottino, M. A., & May, L. G. (2017). Color stability of ceramic laminate veneers cemented with light-polymerizing and dual-polymerizing luting agent: A split-mouth randomized clinical trial [Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry]. In *Journal of Prosthetic Dentistry* (Vol. 118, Issue 5). <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.11.013>
- Martínez Rus, F., Pradíes Ramiro, G., Suárez García, M. J., & Rivera Gómez, B. (2007). Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *Rcoe*, 12(4), 253–263. <https://doi.org/10.4321/s1138-123x2007000300003>
- Mathew, C. A., Sebeena, M., & Karthik, K. S. (2010). A review on ceramic laminate veneers. *Journal of Indian Academy of Dental Specialists*, 1(4), 33–37. <http://jiads.net/Archives/oct-dec/7.pdf>
- Mclaren, E. A., & Figueira, J. (2015). *Updating Classifications of Ceramic Dental Materials: A Guide to Material Selection* (Issue June, pp. 739–745).
- Moravej-Salehi, E., Moravej-Salehi, E., & Valian, A. (2016). Surface topography and bond strengths of feldspathic porcelain prepared using various sandblasting pressures. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 7(4), 347–354.

<https://doi.org/10.1111/jicd.12171>

- Nasr, E., Makhlof, A. C., Zebouni, E., & Makzoumé, J. (2019). All-ceramic computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: Evolution of structures and criteria for clinical application. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 20(4), 516–523. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2549>
- Noda, Y., Nakajima, M., Takahashi, M., Mamanee, T., Hosaka, K., Takagaki, T., Ikeda, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2017). The effect of five kinds of surface treatment agents on the bond strength to various ceramics with thermocycle aging. *Dental Materials Journal*, 36(6), 755–761. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-383>
- Radaelli, M. T. B., Schuhb, C., Federizzi, L., Bacchi, A., & Spazzinb, A. O. (2013). *Oral Investigations*. 5.
- Raptis, N. V, Michalakis, K. X., & Hirayama, H. (2006). Optical behavior of current ceramic systems. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 26(1), 31–41. <https://doi.org/10.11607/prd.00.0671>
- Reis, G. R., Vilela, A. L. R., Silva, F. P., Borges, M. G., Santos-Filho, P. C., & Menezes, M. S. (2017). Minimally invasive approach in esthetic dentistry: Composite resin versus ceramics veneers | Abordagem minimamente invasiva em odontologia estética: Resina composta versus facetas cerâmicas. *Bioscience Journal*, 33(1), 238–246. <https://doi.org/10.14393/BJ-v33n1a2017-34617>
- Sadaqah, N. R. (2014). Ceramic Laminate Veneers: Materials Advances and Selection. *Open Journal of Stomatology*, 04(05), 268–279. <https://doi.org/10.4236/ojst.2014.45038>
- Salgado, V. E., Cavalcante, L. M. A., & Schneider, L. F. J. (2013). Fundamentos das propriedades ópticas aplicados na prática odontológica. *Revista APCD de Estética*, 4(1), 368–377.
- Santos, G. C., Santos, M. J. M. C., & Rizkalla, A. S. (2009). Adhesive cementation of etchable ceramic esthetic Restorations. *Journal of the Canadian Dental Association*, 75(5), 379–384.
- Sattabanasuk, V., Charnchairerk, P., Punsukumtana, L., & Burrow, M. F. (2017). Effects of mechanical and chemical surface treatments on the resin-glass ceramic adhesion properties. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 8(3). <https://doi.org/10.1111/jicd.12220>
- Shammas, M., & Alla, R. K. (2011). Color and shade matching in dentistry. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs*, 25(4), 172–175.
- Shibata, S., Taguchi, C. M. C., Gondo, R., Stolf, S. C., & Baratieri, L. N. (2016). Ceramic veneers and direct-composite cases of amelogenesis imperfecta rehabilitation. *Operative Dentistry*, 41(3), 233–242. <https://doi.org/10.2341/15-079-T>
- Silva, L. H., Lima, E. de, Miranda, R., Favero, S., Lohbauer, U., & Cesar, P. (2017). Critical review Dental Materials/Dentistry Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz. Oral Rest*, 31, 133–146. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0058>

- Soares, P. V., Zeola, L. F., Souza, P. G., Pereira, F. A., Milito, G. A., & Machado, A. C. (2012). Reabilitação Estética do Sorriso com Facetas Cerâmicas Reforçadas por Dissilicato de Lítio. *Revista Odontológica Do Brasil Central*, 21(58), 538–543.
- Souza, R., Barbosa, F., Araújo, G., Miyashita, E., Bottino, M. A., Melo, R., & Zhang, Y. (2018). Ultrathin monolithic zirconia veneers: Reality or future? report of a clinical case and one-year follow-up. *Operative Dentistry*, 43(1), 3–11. <https://doi.org/10.2341/16-350-T>
- Stoner, B. R., Griggs, J. A., Neidigh, J., & Piascik, J. R. (2014). Evidence of yttrium silicate inclusions in YSZ-porcelain veneers. *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*, 102(3), 441–446. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.33021>
- Subaşı, M. G., Alp, G., Johnston, W. M., & Yilmaz, B. (2018). Effect of thickness on optical properties of monolithic CAD-CAM ceramics. *Journal of Dentistry*, 71(January), 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.01.010>
- Tabatabaian, F. (2018). Color Aspect of Monolithic Zirconia Restorations: A Review of the Literature. *Journal of Prosthodontics*, 28(3), 276–287. <https://doi.org/10.1111/jopr.12906>
- Tian, T., Tsoi, J. K. H., Matinlinna, J. P., & Burrow, M. F. (2014). Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dental Materials*, 30(7). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.01.017>
- Tilley, R. (2011). Colour and the optical properties of materials. In *Color Research & Application* (Vol. 26, Issue 1). [https://doi.org/10.1002/1520-6378\(200102\)26:1<103::aid-col10>3.3.co;2-8](https://doi.org/10.1002/1520-6378(200102)26:1<103::aid-col10>3.3.co;2-8)
- Turgut, S. (2019). Optical properties of currently used zirconia-based esthetic restorations fabricated with different techniques. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(1), 26–33. <https://doi.org/10.1111/jerd.12533>
- Verma, S. A., & Milani, N. (2020). *CERAMIC VENEERS -CASE REPORT*. 3(3), 16–26.
- Vichi, A., Louca, C., Corciolani, G., & Ferrari, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. *Dental Materials*, 27(1), 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.018>
- Willard, A., & Gabriel Chu, T. M. (2018). The science and application of IPS e.Max dental ceramic. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 34(4), 238–242. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.012>

