

Alexandra Rodrigues da Costa

**Propriedades óticas dos sistemas cerâmicos atuais
e suas aplicações em dentes naturais**

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2015

Alexandra Rodrigues da Costa

**Propriedades óticas dos sistemas cerâmicos atuais
e suas aplicações em dentes naturais**

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2015

Alexandra Rodrigues da Costa

**Propriedades óticas dos sistemas cerâmicos atuais
e suas aplicações em dentes naturais**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2015

Resumo

A estética representa uma qualidade cada vez mais requisitada pela sociedade na atualidade. A busca pela aparência ideal expandiu-se também na medicina dentária, aumentando as exigências por resultados perfeitos.

A medicina dentária tem desenvolvido novas técnicas e novos materiais com a ambição de reproduzir as propriedades estéticas e funcionais dos dentes naturais.

Os sistemas totalmente cerâmicos têm sido alvo de grande entusiasmo dado as suas características inerentes. O seu potencial na reabilitação oral estética tem derrotado as suas antecessoras metalocerâmicas. À semelhança do esmalte e da dentina, os sistemas totalmente cerâmicos exibem boas propriedades óticas de translucidez, opacidade, fluorescência e opalescência, resultado da interação com a luz.

Ainda que não seja possível dissociar as propriedades óticas das propriedades mecânicas de um dente natural para o sucesso de uma restauração, a heterogeneidade das cerâmicas têm sido exitosas enquanto sistema que combina diferentes propriedades para diferentes indicações clínicas. Esta variabilidade deve-se a diferentes composições químicas e a diferentes processos de fabricação, entre outros, que acentuam ou atenuam qualidades em cada sistema totalmente cerâmico.

Este trabalho pretende abordar e comparar os sistemas cerâmicos atuais (cerâmicas com base em sílica, cerâmicas com base de alumina, cerâmicas com base em zircónia) de acordo com as suas propriedades óticas e a consequente aplicação clínica tendo em conta as características dos dentes naturais.

Abstract

The aesthetic represents a quality increasingly required by the modern society. The search for the ideal appearance also expanded to the dentistry, increasing demands for perfect results.

The dentistry has developed new techniques and new materials with the ambition to reproduce the aesthetic and the functional properties of natural teeth.

The all ceramic systems have been much enthusiasm because of characteristics. Its potential in aesthetic rehabilitation has defeated its metal-ceramic predecessors. Like the enamel and dentin, the all ceramic systems exhibit good optical properties of translucency, opacity, fluorescence and opalescence as a result of interaction with light.

Although it is not possible to separate the optical properties of the mechanical properties of a natural tooth to the success of a restore, the heterogeneity of ceramics have been successful as a system combining different properties for different clinical indications. This variability is due to different chemical compositions and different manufacturing processes, among others, that enhance or attenuate qualities in each fully ceramic system.

This work intends to compare the ceramic systems (ceramics based on silica, ceramics based on alumina, ceramics based on zirconia) according to their optical properties, and the clinical application based into the characteristics of natural teeth.

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família.

Ao meu Papa que sempre me apoiou quaisquer que fossem as minhas escolhas e me ensinou a recomeçar vezes sem conta. Ao meu Papa que há muitos anos me contou que seria muito feliz quando este dia se concretizasse e por me ter dado o seu melhor, sempre.

A minha Mamã pelo amor incondicional e por me ter dado o seu melhor, sempre.

A minha sobrinha Leonor pelo amor e energia de vida infinita.

Agradecimentos

Mais do que nunca realizei que nada vale a pena por si só e tudo tem razão de ser quando partilhado. Além do valor académico, este trabalho representa a boa vontade e o apoio incondicional, o sacrifício impossível de devolver, o amor e a amizade indefinível e a felicidade que pretendo partilhar com todos os que tornaram esta etapa uma realidade. Grata a todos vocês:

Ao meu orientador, Mestre Carlos Falcão, pelos conhecimentos transmitidos e pela constante disponibilidade crucial na realização deste trabalho final;

Aos professores e funcionários não docentes da Universidade Fernando Pessoa que partilharam o seu inestimável conhecimento e orientação;

Aos meus Pais pelo incentivo e apoio para concluir o Mestrado Integrado em Medicina Dentária, em especial ao Papa que se superou todos os dias e fez dos meus sonhos os seus;

As minhas irmãs que me mostraram o melhor de mim;

Aos meus Amigos que se tornaram família e fizeram da minha vida uma jornada repleta de alegrias e momentos inesquecíveis.

Índice Geral

I. Introdução	1
II. Desenvolvimento	3
1. Materiais e Métodos	3
2. Sistemas cerâmicos	3
3. Classificação das cerâmicas dentárias	4
3.1. Classificação quanto à composição química	5
3.2. Classificação quanto ao processo de fabricação	5
3.3. Classificação quanto à temperatura de fusão	6
4. Cerâmicas da atualidade	7
4.1. Cerâmicas com base em Sílica	8
4.1.1. Feldspáticas	8
4.1.2. IPS-Empress 1 (Cerâmica vitrificada reforçada com leucita) 10	
4.1.3. IPS-Empress 2 (Cerâmica vitrificada de dissilicato de lítio) 11	
4.2. Cerâmicas com base em Alumina	12
4.2.1. In-Ceram Alumina (Alumina infiltrada com vidro)	12
4.2.2. In-Ceram Spinell (Vidro injectado com magnésio e alumina) 13	
4.2.3. Procera AllCeram (Alumina pura densamente sinterizada) ..	13
4.3. Cerâmicas com base em Zircónia	15
4.3.1. In-Ceram Zircónia	16
4.3.2. Procera All Zirkon	17
5. Propriedades óticas	17
5.1. Parâmetros colorimétricos (valor, croma e matiz)	17
5.2. Translucidez e Opacidade	20
5.3. Fluorescência	21
5.4. Opalescência	22

Propriedades óticas dos sistemas cerâmicos atuais
e suas aplicações em dentes naturais

5.5. Metamerismo.....	23
6. Propriedades óticas dos dentes naturais	23
7. Propriedades óticas das cerâmicas dentárias	26
8. Indicação dos sistemas cerâmicos atuais.....	34
III.Conclusão.....	38
IV.Bibliografia	40

Índice de Figuras

Figura 1 – Evolução das cerâmicas (Adaptado de Touati <i>et al.</i> , 2000).....	4
Figura 2 – Luz refletida (aparência azul) e luz transmitida (aparência amarelo) num dente natural e em dentes com cerâmica (Adaptado de Chu <i>et al.</i> , 2010).....	18
Figura 3 – O comprimento de onda (nm) da luz visível e as respectivas cores. Sistema de Cores de Munsell (Adaptado de Chu <i>et al.</i> , 2010).	19
Figura 4 – A relação entre a cor do substrato e o grau de translucidez do sistema restaurador (Adaptado de Kina, 2005).	20
Figura 5 – Dente natural sob efeito de luz natural e dente natural fluorescente sob efeito de luz ultravioleta (Adaptado de Chu <i>et al.</i> , 2010).....	21
Figura 6 – Efeito azul da opalescência e efeito alaranjado da opalescência no mesmo dente natural (Adaptado de Chu <i>et al.</i> , 2010).....	22

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Classificação da composição quanto a temperatura de baixa e média fusão (Adaptado de Alvarez-Fernández, 2003; Parreira e Medeiros dos Santos, 2005).....	7
Tabela 2 – Classificação dos sistemas cerâmicos e suas funções e suas indicações (Adaptado de Kina, 2005)	34

Índice de Siglas e Abreviaturas

CAD – *Computer Aided Design*;

CAM – *Computer Aided Manufacturing*;

nm – nanómetros;

UV – ultravioleta;

% – percentagem;

°c – graus Celsius;

mm – milímetros.

I. Introdução

O grande desafio da medicina dentária ao longo de décadas tem sido o de repor as peças dentárias perdidas à semelhança dos dentes naturais sãos. Hoje em dia, a melhoria das técnicas dentárias e dos seus materiais permitem recuperar a função e a estética da peça dentária. As propriedades óticas, a manutenção da saúde oral e a função oral têm um papel indissociável no êxito do tratamento. Assim, um tratamento dentário pode ser definido pela tríade: saúde, função e estética (Ahmad, 2008; Volpato *et al.*, 2010).

A estética da reabilitação dentária depende do material escolhido para reproduzir com precisão a aparência de um dente natural. No entanto, a seleção é multifatorial e dependente da subjetividade do profissional, do paciente e do meio ambiente o que dificulta a escolha do material adequado (Chu *et al.*, 2004).

A aparência de um dente natural deve-se em grande parte à interação da luz com os diferentes tecidos dentários. Esta complexa interação consiste em diferentes efeitos como o de refração, absorção, transmissão, difusão, fluorescência e opalescência (Ahmad, 2008).

A capacidade de imitação da dentição natural nas questões estéticas já é uma realidade, independentemente da funcionalidade. Isto é, as propriedades óticas do esmalte e da dentina como a fluorescência, a opalescência e a translucidez são características que encontramos igualmente nos sistemas cerâmicos. Os profissionais devem, assim, estudar as características dos diferentes sistemas cerâmicos no sentido de escolher o mais apropriado à situação clínica e obter o seu potencial estético máximo (Guerra, 2008).

Os sistemas totalmente cerâmicos da atualidade têm qualidades incontornáveis e muito desejadas na medicina dentária, ainda que, o eterno desafio das cerâmicas seja a dualidade estética/resistência. Não obstante, estes sistemas são o futuro entre os materiais restauradores. Além do comportamento ótico de excelência, as cerâmicas têm

Propriedades óticas dos sistemas cerâmicos atuais
e suas aplicações em dentes naturais

propriedades de biocompatibilidade que lhes permite integrar-se na natureza dos tecidos orais, promovendo a integridade biomecânica, estrutural e uma estética dentária de excelência (Holloway e Miller, 1997; O'Brien, 2002; Devigus, 2011).

A presente monografia teve como objetivo a realização de uma revisão bibliográfica acerca das propriedades óticas dos sistemas cerâmicos da atualidade e abordar a sua distinção focando as suas propriedades óticas à semelhança dos dentes naturais e também, as suas limitações de acordo com a sua aplicabilidade nas diferentes situações clínicas.

A escolha deste tema deve-se ao gosto pela área da estética dentária e pela vontade em vir a aplicar e praticar a mestria da reabilitação. Neste sentido a escolha dos sistemas cerâmicos e das suas propriedades estéticas combinam com o desejo de aprimorar o meu conhecimento e futuramente poder potencializar o sorriso de cada paciente.

III. Desenvolvimento

1. Material e Métodos

A pesquisa bibliográfica foi baseada em artigos científicos, publicados em inglês, espanhol, alemão e português até Setembro de 2015, em humanos, dando principal ênfase aos artigos publicados nos últimos dez anos. Utilizou-se os motores de busca *Pubmed*, *Science Direct*, *B-On*, *Elvesier*, *SciELO* e *Wiley*. Recorreu-se às seguintes expressões-chave: “*optical properties AND current ceramic systems*”, “*color AND current ceramics systems*”, “*all ceramics systems*” e “*all ceramic dental applications*”. Da pesquisa efetuada, surgiram 152 artigos científicos relacionados com o tema que após uma cuidada análise dos resumos, foram selecionados 57 artigos científicos por se relacionarem diretamente com o objetivo desta revisão bibliográfica. Para complementar foram ainda utilizadas 4 obras literárias. Obtiveram-se, no final, 61 referências bibliográficas.

2. Sistemas cerâmicos

O termo cerâmico tem origem na palavra grega *keramos* que significa matéria-prima queimada. À semelhança do termo porcelana, a cerâmica designa um tipo de material branco e translúcido, preparado essencialmente com o caulim, podendo ser ou não vitrificada (Rosenblum, 1997; Gomes, 2008).

Desde as pioneiras cerâmicas feldspáticas até à mais moderna zircónia, que as cerâmicas são questionadas quanto à fragilidade e à baixa resistência à fractura em detrimento das excelentes propriedades óticas. Estas características podem comprometer a mecânica e a longevidade das restaurações com sistemas puramente cerâmicos. Tradicionalmente, os sistemas cumprem com mecanismos de fortalecimento das estruturas cerâmicas através de um suporte interno que apresente a resistência adequada e a união efetiva do sistema de modo a transmitir as tensões entre substratos (Kina, 2005; Ahmad, 2008).

3. Classificação das cerâmicas dentárias

Existem várias possibilidades para classificar os sistemas totalmente cerâmicos e todos eles igualmente válidos. Por exemplo, classificação quanto à composição química; classificação quanto à técnica de fabricação, classificação quanto à temperatura de fusão ou classificação de acordo com as suas propriedades óticas, entre outros (Rus, 2007).

As cerâmicas dentárias têm sofrido inúmeras alterações na sua composição e fabricação. Na atualidade, o que pretendemos são cerâmicas com menor temperatura de fusão, excelentes propriedades óticas, resistência mecânica adequada e baixa capacidade de abrasão dos dentes antagonistas. As cerâmicas disponíveis na década de 80 possuíam alta temperatura de fusão e apesar da boa estética fracturavam-se com facilidade além de demonstrarem um grande desgaste nos dentes naturais. Posteriormente, como alternativa à infraestrutura de metal, as cerâmicas foram alvo de intensos estudos com a intenção de criar novos sistemas que substituíssem os metais e melhorassem as propriedades estéticas (Parreira e Medeiros dos Santos, 2005).

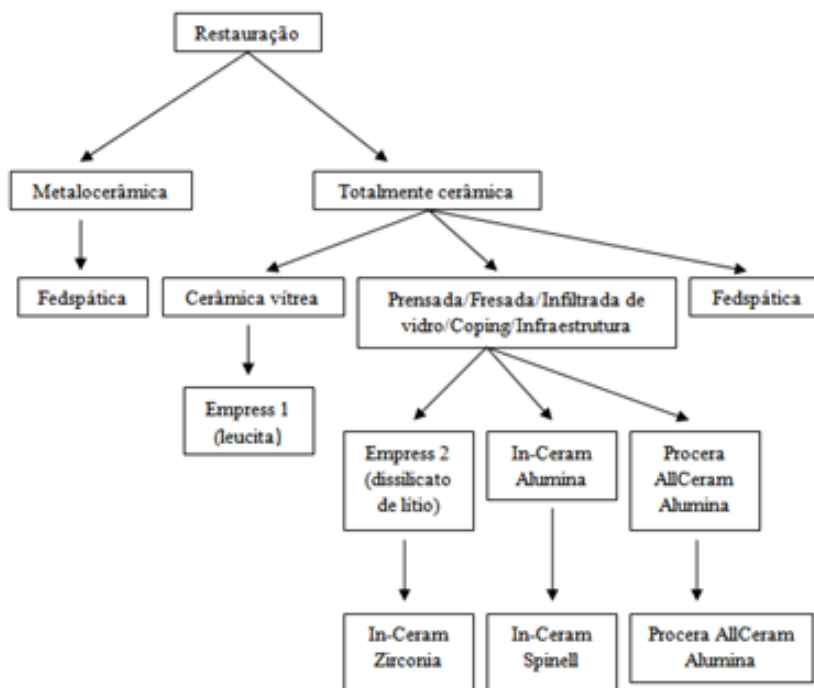


Figura 1 – Evolução das cerâmicas (Adaptado de Touati *et al.*, 2000).

3.1. Classificação quanto à composição química

Quimicamente, as cerâmicas dentárias dividem-se em três grandes famílias: cerâmicas com base em sílica; com base em alumina e com base em zircónia (Álvarez-Fernández, 2003; Guerra, 2008).

As cerâmicas são maioritariamente formadas por elementos não metálicos obtidos por ação do calor e cuja estrutura final é parcialmente ou totalmente cristalina. Existem duas fases que podem compor uma cerâmica, uma vítrea e outra cristalina. É muito importante referir que a fase vítrea é responsável pela estética da cerâmica e que a fase cristalina corresponde á sua resistência. Assim, as cerâmicas são classificadas consoante a sua base química e respetivas fases (O'Brien, 2002; Rus, 2007).

3.2. Classificação quanto ao processo de fabricação

A classificação de acordo com a técnica de fabricação é de três tipos: condensação sobre modelo refratário, substituição de cera perdida e tecnologia assistida por computador. Assim, a cerâmica pode ser de condensação por modelo refratário, cerâmica prensável e cerâmica maquinável (Barizon, 2013).

A técnica de condensação sobre modelo refratário resulta de um método de trabalho duplicado a partir do modelo primário em gesso, mediante um material refratário que não sofre variações dimensionais quando submetido às temperaturas de cozedura da cerâmica. A cerâmica é aplicada diretamente sobre uns troquéis termorresistentes. Uma vez sinterizada procede-se á eliminação do munhão (preparação do dente em gesso) e à colocação da prótese no modelo primário para as correções finais. Exemplo: In-Ceram[®] Spinell (Rosenblum, 1997; Volpato, 2010).

A técnica da cera perdida é baseada num modelo em cera que posteriormente se transforma mediante a injeção numa estrutura em cerâmica, tal como se efetua com o metal. Inicialmente prepara-se o modelo que representa a coifa interna ou a restauração interna. Uma vez realizado o modelo, este é inserido num cilindro e procede-se á

calcinação da cera. De seguida, a cerâmica é aquecida até ao seu ponto de fusão. O material é injetado para o interior do cilindro onde um dispositivo vai empurrando a cerâmica fluida para dentro do molde. Exemplo: In-Ceram[®], IPS Empress[®] (Rosenblum, 1997; Devigus, 2011).

A tecnologia assistida por computador, ou seja, o *CAD-CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)* permite realizar restaurações em cerâmica precisas numa forma rápida e cómoda. Este sistema é realizado por computador em três fases: digitalização, desenho e mecanizado. Na digitalização regista-se tridimensionalmente a preparação dentária que pode ser extra-oral ou intra-oral. Estes dados são transferidos para o computador por um *software* especial. Quando concluído o desenho, o computador dá instruções à unidade de fresagem que inicia o mecanizado sobre a estrutura em cerâmica. Exemplo: Cerec[®] (Sirona), Procera[®], Lava[®], Cercon[®] (Seydler e Schmitter, 2015).

Graças às técnicas descritas, podemos realizar o volume completo da restauração e logo proceder à caracterização por maquilhagem superficial. Ou, podemos confeccionar a estrutura interna e terminá-la posteriormente mediante a aplicação de um recobrimento com feldspáticas convencionais. A maquilhagem superficial é mais utilizada em incrustações e facetas. Enquanto a estratificação de recobrimento é o método ideal para coroas e pontes, já que permite obter melhores resultados estéticos tendo em conta que a preparação da cor deve ser conseguida desde as camadas profundas (Rus, 2007).

3.3. Classificação quanto à temperatura de fusão

A cerâmica pode ser classificada pela temperatura de fusão, assim, considera-se alta fusão: 1290° até 1310° C; média fusão: 1090° até 1260° C; baixa fusão: 870° até 1065°C. A cerâmica de alta fusão é constituída por feldspato (70 a 90%), quarzo (11 a 18%) e coalin (1 a 10%). A cerâmica de baixa e média fusão é constituída pelos seguintes elementos e temperaturas de fusão (Álvarez-Fernández, 2003; Parreira e Medeiros dos Santos, 2005):

Composição	Baixa fusão	Média fusão
Dióxido de sílica	69,4%	64,2%
Óxido bórico	7,5%	2,8%
Óxido cálcico	1,9	--
Óxido potássico	8,3%	8,2%
Óxido sódico	4,8%	1,9%
Óxido de alumínio	8,1%	19%
Óxido de lítio	--	2,1%
Óxido de magnésio	--	0,5%
Pentóxido de fósforo	--	0,7%

Tabela 1 – Classificação da composição quanto a temperatura de baixa e média fusão (Adaptado de Álvarez-Fernández, 2003; Parreira e Medeiros dos Santos, 2005).

4. Cerâmicas da atualidade

Ao abordar os sistemas totalmente cerâmicos é essencial referenciar as suas antecessoras, ou seja, as restaurações metalocerâmicas que representam um consenso em relação à durabilidade há mais de quatro décadas. Em contrapartida, a sua maior desvantagem recai na estética. As metalocerâmicas estão associadas a efeitos de sombra inestéticos na restauração ou à sua natureza quimicamente instável no meio oral. Esta problemática estimulou a introdução e o desenvolvimento de sistemas totalmente cerâmicos e tem apresentado novas soluções e uma nova realidade na estética dentária (Ahmad, 2008; Ritter, 2010).

As cerâmicas são quimicamente mais inertes do que os metais, sendo mais estáveis e biocompatíveis no meio oral por não sofrerem alterações. Por exemplo, não são sujeitas a corrosão. Atualmente, não existem dúvidas que o seguimento para a realização de próteses estéticas implica falar de cerâmicas sem metal (Rus, 2007; Ritter, 2010).

Desde o século XX que se realiza coroas “*jackets*” de cerâmica mas foi nas últimas décadas que houve uma grande evolução nas restaurações totalmente cerâmicas. Existe, hoje em dia, uma grande variedade de sistemas cerâmicos. O equilíbrio entre os fatores estéticos, biológicos, mecânicos e funcionais é comum a todos eles. Este desenvolvimento resultou num aumento da variedade disponíveis no mercado e proporcionalmente ao aumento das suas aplicações clínicas (desde as restaurações

unitárias no sector anterior até às aplicações no sector posterior e também, na elaboração de pontes com várias unidades) (Rus, 2007).

4.1. Cerâmicas com base em Sílica

Inicialmente as cerâmicas tinham como base três elementos: feldspato, quartzo e coalin. Com o passar do tempo a sua composição evoluiu para as atuais cerâmicas feldspáticas com menor quantidade de coalin (Álvarez-Fernández, 2003; Guerra, 2008).

O feldspato ao decompor-se em vidro é responsável pela translucidez da cerâmica relacionada com a fase vítrea. O quartzo constitui a fase cristalina. O coalin confere plasticidade e facilidade de manipulação. Antes da cozedura incorpora-se fundentes para diminuir a temperatura de sinterização e colocam-se pigmentos para obter diferentes tonalidades. Como estes são basicamente em vidro (sílica), eles possuem excelentes propriedades óticas que nos permitem alcançar bons resultados estéticos. No entanto, são frágeis e não se devem usar em prótese fixa se não tiverem apoio numa subestrutura (Volpato, 2010).

Estas cerâmicas utilizam-se principalmente no recobrimento de estruturas metálicas ou cerâmicas por serem o material com a interação de reflexão ótica mais elaborada e mais próxima da dentição natural. É importante referir que recentes melhorias na sua composição permitem realizar restaurações totalmente cerâmicas. Assim, as cerâmicas feldspáticas de alta resistência têm uma composição muito similar à anteriormente descrita adquirindo uma melhoria do seu desempenho pela incorporação de elementos que aumentam a sua resistência mecânica (Kina, 2005; Barizon, 2011).

4.1.1. Feldspáticas

As feldspáticas foram pioneiras nos sistemas cerâmicos e são altamente estéticas por simularem as propriedades óticas da dentição natural graças à sua natureza vítrea e cristalina e ao seu comportamento ótico na translucidez, no brilho e na dispersão de luz. Ainda, a sua inércia química as suas propriedades de solubilidade e corrosão são

bastante adequadas, possibilitando a construção de restaurações com boa aparência e tolerância ao meio oral. Outro atributo importante está no fato das cerâmicas constituírem excelentes isolantes, com baixa condutividade e difusividade térmica e elétrica (Kina, 2005).

O principal componente destas cerâmicas é o feldspato, um mineral encontrado praticamente em todo o mundo. O feldspato é uma mistura de albita e ortoclásio ou microlina com partículas sem quartzo cristalino. Este feldspato nunca é totalmente puro, tendo em conta que a quantidade de óxido de sódio ou óxido de potássio pode variar consideravelmente. Durante muitos anos, os fabricantes utilizaram feldspatos naturais misturados com quartzo, numa proporção de 85% de feldspato para 15% de quartzo (Parreira e Medeiros dos Santos, 2005).

Para o uso dentário prefere-se o feldspato com alto conteúdo de potássio devido à sua resistência ao escoamento sob altas temperaturas. Quando o feldspato é fundido entre 1200 e 1300°C, os alcalis unem-se com a alumina e com a sílica, formando alumínio, silicatos de sódio e potássio (Parreira e Medeiros dos Santos, 2005; Garcia, 2011).

Somente dois óxidos formadores de vidro são utilizados: Óxidos de silício e de boro. Geralmente o óxido de silício é preferido como elemento estrutural básico para formar a matriz de vidro. Quando fundido, este material forma uma rede tridimensional com ligações covalentes constituindo a estrutura básica do vidro, estrutura esta que apresenta alto ponto de fusão e alta viscosidade. Uma cerâmica típica tem aproximadamente 60% de dióxido de silício a que são cuidadosamente adicionados modificadores de vidro de forma a obter novas propriedades de resistência ao escoamento em altas temperaturas, dureza, estabilidade hidrológica e temperatura de fusão mais baixa. A composição e técnica de fabricação conferem as feldspáticas múltiplas possibilidades sempre a favor da estética (Raigrodski, 2004; Parreira e Medeiros dos Santos, 2005).

4.1.2. IPS-Empress[®] 1 (Cerâmica vitrificada reforçada com leucita)

O IPS Empress[®] 1 é comercializado pela Ivoclar Vivadent desde 1990. É uma cerâmica vítrea feldspática reforçada com cristais de leucita (Garcia, 2011; Peixoto e Akaki, 2008).

O seu desenvolvimento teve por objetivo eliminar ou minimizar as microporosidades criadas durante a sinterização dos materiais totalmente cerâmicos. Esta cerâmica com base em sílica é composta por 63% de dióxido de sílcio e 19% de óxido de alumínio e com a adição de cristais de leucita a fim de formar uma cerâmica vitrificada reforçada por leucita que pode ser fundida. O IPS-Empress[®] 1 deve a sua resistência á dispersão de microcristais repartidos de forma uniforme na matriz vítrea. A leucita reforça as cerâmicas porque as suas partículas ao arrefecerem sofrem uma redução percentual volumétrica maior que o vidro circundante, prevenindo a propagação de fissuras. Este sistema é prensado à temperatura de 1150 – 1180°C (Junior, 2007; Rus, 2007).

O IPS Empress[®] simplificou o problema de contração durante a queima da cerâmica, comum para as feldspáticas, devido à alta pressão de injeção da cerâmica no molde em alta temperatura. Desta maneira, possibilitou-se o controlo da variação dimensional durante o resfriamento. A resistência das cerâmicas IPS-Empress[®] melhorou devido ao uso desta técnica de pressão por calor e às várias queimas a que são sujeitas (Gomes, 2008).

Existem dois métodos de fabricação (Zarone, Russo, Sorrentino, 2011):

- Processo de cera perdida com a técnica de pigmentação para *inlays/onlays* ou a técnica de camadas para facetas ou coroas;
- Processo de *design* pela confeção com auxílio de programa informático, sistema CAD/CAM.

Embora o IPS-Empress[®] 1 seja mecanicamente de qualidade inferior às outras cerâmicas, é um material de excelência estética, de integridade marginal superior e de fácil confecção (Zarone, Russo, Sorrentino, 2011).

4.1.3. IPS-Empress[®] 2 (Cerâmica vitrificada de dissilicato de lítio)

O IPS-Empress[®] 2 existe no mercado desde 1998 pela Ivoclar Vivadent. Esta cerâmica tem propriedades mecânicas superiores ao IPS-Empress[®] 1, mantendo boas qualidades estéticas por ser reforçado com 60-65% de cristais de dissilicato de lítio e ortofosfato de lítio (Garcia, 2011; Peixoto e Akaki, 2008).

Este sistema é composto por uma fase vítrea com dissilicato de lítio e uma fase cristalina composta por partículas de ortofosfato de lítio (Ritter, 2010).

O IPS-Empress[®] 2 é fabricado através da técnica de cera perdida e da técnica de pressão pelo calor. Este sistema é injetado a 890-920°C e pressionado num molde sob vácuo e pressão (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Gomes, 2008).

O processo de fabricação também é semelhante ao IPS-Empress[®] 1, tendo como diferença a cerâmica de cobertura, uma cerâmica de fluorapatita (Garcia, 2011).

Os cristais de dissilicato de lítio e ortofosfato de lítio melhoram a resistência mas também aumentam a opacidade da cerâmica. Por isso, é aplicada uma técnica de estratificação sobre o *coping* de dissilicato de lítio pela adição de uma cerâmica vítrea de fluorapatita sintética, com cristais de apatite. Esta irá determinar grandes propriedades óticas, tais como, a translucidez, o brilho e a dispersão de luz, ou seja, este material só deve ser usado em estruturas internas da restauração por ser necessário recobrir o seu núcleo mais opaco com uma cerâmica feldspática convencional para adquirir um bom resultado estético (Rus, 2007; Junior, 2007).

4.2. Cerâmicas com base em Alumina

Mclean e Hughes (1965) criaram a In-Ceram[®] Alumina, um sistema livre de metal ao incorporar na cerâmica feldspática convencional grandes quantidades de óxido de alumínio reduzindo a proporção de quartzo. O resultado é um material de microestrutura mista em que a alumina tendo uma temperatura de fusão elevada permanece em suspensão na matriz (Álvarez-Fernández, 2003).

Esta característica provou melhorar as propriedades mecânicas da cerâmica e assim uma possibilidade de substituição de coroas metalocerâmicas. No entanto, esta melhoria dada a colocação do óxido de alumínio resultou numa redução importante na translucidez (Guerra, 2008; Zarone, Russo e Sorrentino, 2011).

Na fabricação de coroas ou pontes curtas com In-Ceram[®] Alumina (Vita) utilizamos uma cerâmica constituída por 99% de óxido de alumínio. Aquando da sinterização, a cerâmica é infiltrada com um vidro que se difunde pelos cristais de alumina por acção capilar eliminando a porosidade residual e tornando o núcleo cerâmico mais resistente à flexão (Junior, 2007; Garcia, 2011).

4.2.1. In-Ceram[®] Alumina (Alumina infiltrada com vidro)

O In-Ceram[®] Alumina foi o primeiro sistema totalmente cerâmico disponível para restaurações unitárias e próteses parciais fixas de três elementos. Este sistema é composto por, aproximadamente, 70% de alumina. O seu núcleo resistente resulta da técnica de *slip-casting*. É acrescentado óxido de alumínio e sinterizado a 1120°C. Em consequência produz-se uma estrutura porosa de partículas de alumínio que são infiltradas com uma cerâmica vítrea a 1100°C para eliminar a porosidade, aumentar a força e reduzir a propagação de fissuras. Posteriormente sofre uma compressão para promover o aumento da resistência e as ligações entre o quociente de expansão térmica da alumina e do vidro. O *coping* é coberto com uma cerâmica feldspática que apresenta um coeficiente de expansão térmica compatível (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Junior, 2007;).

Tendo em conta as características óticas, a alumina é um material mais denso do que o vidro de leucita. Ainda assim, tem um grande proveito estético nas restaurações. Esta cerâmica é mais resistente do que ambos os sistemas IPS-Empress[®] (Zarone, Russo e Sorrentino, 2011).

O In-Ceram[®] Alumina tem dois métodos de fabricação: O primeiro é o processo de prensagem a seco, permitindo a cunhagem com ou sem programa CAD/CAM. O segundo é a técnica de camadas. Esta cerâmica com base em alumina tem características muito duradouras tanto no sector anterior como posterior (Peixoto e Akaki, 2008).

4.2.2. In-Ceram[®] Spinell (Vidro injectado com magnésio e alumina)

O sistema In-Ceram[®] Spinell teve origem no sistema In-Ceram[®] Alumina. Esta cerâmica foi desenvolvida para otimizar a característica ótica de “transparência” como alternativa ao núcleo opaco da sua antecessora. Esta cerâmica tem um processo de fabricação similar a sua antecessora com a diferença da adição de óxido de magnésio (28%) e óxido de alumínio (72%) formando a espinela que é responsável pela melhoria da translucidez (Kina, 2005).

A principal vantagem do In-Ceram[®] Spinell é a sua excelente estética devido aos cristais com características óticas isotrópicas que são mais translúcidas que a alumina. No entanto, as coifas são 25% menos resistentes à fratura do que a In-Ceram[®] Alumina e a sua tensão ou força são mais baixas (Conrad, Seong, Pesun, 2007).

O In-Ceram[®] Spinell tem o dobro de translucidez do que o In-Ceram[®] Alumina pela componente em vidro que a compõe. (Kina, 2005; Garcia, 2011).

4.2.3. Procera[®] AllCeram (Alumina pura densamente sinterizada)

A Procera[®] AllCeram é uma alumina de maior densidade e pureza (> 99,5%). As suas estruturas fabricam-se mediante um processo industrial de prensa isostática em frio e

sinterização a 1550°C eliminando, assim, as porosidades. Nesta técnica o material condensa de tal forma que adquire uma microestrutura totalmente cristalina permitindo a diminuição de aparição de fissuras por desaparecer o espaço residual (Raigrodski, 2004; Rus, 2007).

O Procera® foi desenvolvido com *copings* que contêm 99,9% de óxido de alumínio, isto é, alumina pura. Na finalização o Procera® é revestido por uma cerâmica feldspática que combine com o seu coeficiente térmico de expansão. A Procera® é a cerâmica com base em alumina com maiores propriedades de força nas aluminas (Zarone, Russo e Sorrentino, 2011; Conrad, Seong, Pesun, 2007).

O sistema Procera® AllCeram é composto por óxido de alumínio extremamente compacto que não apresenta porosidades e tem boas propriedades mecânicas que lhe permite servir de estrutura base. A sua elevada resistência tem indicação para ambas as regiões anterior ou posterior. Óticamente, este material prima pela transmissão de luz sem ser transparente. A translucidez do material proporciona ganhos estéticos visíveis, principalmente quando aliado a cerâmicas de recobrimento que possam potenciar ao máximo o resultado estético enquanto sistema totalmente cerâmico (Júnior, 2007; Peixoto e Akaki, 2008).

Está comprovado que tolera uma carga oclusal até 1500N mesmo quando está inserida num sistema com cerâmicas de baixa fusão. Embora tenha uma grande resistência a camada de cobertura em óxido de alumínio tem os valores de desgaste anual similar aos dentes naturais (Gomes, 2008).

O processo de fabricação envolve a preparação de um modelo de gesso e a troquelização do dente reparado. Posteriormente, é desenhada uma subestrutura com o programa *CAD/CAM* e é enviada para o processo laboratorial da indústria fabricante. No fim, o protésico conclui a peça com a aplicação de camadas de cerâmica com sílica ou alumina (Garcia, 2011).

Além das propriedades de resistência à fratura, o Procera® tem boas características de opacidade permitindo encobrir colorações subjacentes indesejadas sendo revestida por uma camada de cerâmica de baixa fusão melhorando a estética final. Apesar da fratura poder ocorrer, existem situações em que somente a camada de revestimento fratura o que nem sempre compromete a totalidade da peça dentária. A durabilidade deste material é notória e tem obtido bons resultados (Junior, 2007).

4.3. Cerâmicas com base em Zircónia

As cerâmicas de zircónia são a última geração de cerâmicas. A sua composição tem óxido de zircónia altamente sinterizado (95%) e parcialmente estabilizado com óxido de ítrio. Por exemplo, o In-Ceram® Zirconia e o Procera® AllZirkon (Della Bona e Kelly, 2008; Guerra, 2008).

A zircónia é um material polimórfico podendo apresentar três formas. No ponto de fusão de 2680°C a sua estrutura cúbica transforma-se numa fase tetragonal até atingir os 2370°C. A transformação a partir da fase tetragonal até a monocíclica ocorre abaixo dos 1170°C e é acompanhada de uma expansão de 3 a 5% do volume, o que causa um alto nível de stress interno. Para estabilizar a fase tetragonal é adicionado óxido de ítrio à zircónia pura, permitindo controlar a sua capacidade de expansão (Denry e Kelly, 2008; Thompson, 2011).

A principal característica da zircónia é a sua resistência devido á sua microestrutura totalmente cristalina e também, pelo seu mecanismo de reforço denominado “transformação resistente”. Este fenómeno foi descoberto por Garvie *et al.* (1975). A zircónia parcialmente estabilizada sofre o fenómeno de transformação quando é sujeita a tensão numa fissura e acontece uma expansão localizada de 3 a 5%, isto é, a passagem da fase tetragonal a fase monocíclica. Este fenómeno de transformação é conhecido por dificultar a propagação de fissuras (Gomes, 2008; Mundhe, 2015).

Este material tem uma radiopacidade comparável à do metal. A zircónia estabilizada por óxido de ítrio pode ser confeccionada através de um programa de *design* auxiliado por

computador (*CAD/CAM*). Além do *CAD/CAM*, a zircónia é o primeiro sistema totalmente cerâmico utilizado em *abutments* para implantes. (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Zarone, 2011).

Tal como as aluminosas de alta resistência, estas cerâmicas são muito opacas (não tem fase vítrea) e por isso são usadas unicamente para fabricar o núcleo da restauração sendo recobertas por cerâmicas estéticas. O seguimento das investigações sugerem uma melhoria das características da zircónia e da alumina tendo-se mostrado que a zircónia tetragonal em pequenas proporções (10 a 15%) reforça a alumina de forma significativa. Esta composição altamente sinterizada alcança valores de resistência que superam a alumina e a zircónia individual. Sugere-se assim, a confeção de restaurações cerâmicas alumina-zircónia no futuro (Junior, 2007; Peixoto e Akaki, 2008).

4.3.1. In-Ceram[®] Zirconia

O sistema In-Ceram[®] Zirconia tem uma adição de 35% de óxido de zircónia para reforçar a cerâmica de origem que é a In-Ceram[®] Alumina (Raigrodski, 2004; Manicone, Iommetti, e Raffaelli, 2007).

O método de fabricação pode ser em camadas ou por prensagem a seco e pode ser fresada ou sujeita à técnica de *slip-casting*. Posteriormente é coberta com uma cerâmica feldspática. Tendo em conta que o núcleo é opaco, a sua falta de translucidez torna este material menos estético (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Garcia, 2011).

A In-Ceram[®] Zirconia é caracterizada pela sua elevada resistência dado à sua estrutura ser composta por alumina (67%) reforçada com zircónia (33%) e posteriormente infiltrada com vidro. O óxido de zircónia aumenta significativamente a sua tenacidade e resistência á tensão sendo um bom substituto de metais (Denry e Kelly, 2008; Peixoto e Akaki, 2008).

4.3.2. Procera® All Zirkon

O Procera® All ZirKon tem como antecessor a Procera® AllCeram. A Procera® All ZirKon é uma zircónia altamente sinterizada e pode ser usada para fabricar coifas para coroas, uma ou várias unidades de cerâmica, próteses parciais fixas e pilares de implantes. Tal como as restantes zircónias, estas unidades de cerâmica são, em seguida, recobertas com cerâmicas de baixa fusão para criar a forma anatómica da restauração e a morfologia oclusal. Este sistema tem aplicação através da tecnologia CAD / CAM (Martins *et al.*, 2010).

As subestruturas de óxido de zircónia individuais são confeccionados nas instalações do fabricante. Em seguida, voltam para o laboratório de origem para aplicação de facetas cerâmicas e do acabamento final. Embora todas as cerâmicas de zircónia sejam quimicamente semelhante, uma vez processadas, podem apresentar diferentes características mecânicas e óticas. Trabalhando com zircónia as restaurações adquirem diferenças pela maquinação (exemplo: moagem convencional e moagem a seco molhado) e pela sinterização (sinterização a diferentes temperaturas) (Martins *et al.*, 2010).

5. Propriedades óticas

5.1. Parâmetros colorimétricos (valor, croma e matiz)

A cor é um fenómeno da luz e uma percepção visual que permite a diferenciação de objetos. A cor tem três fatores dos quais depende: o observador, o objeto e a fonte de luz. Cada um destes é uma variável. Quando um muda, a percepção da cor varia (Wood 2008).

O objeto observado reage à luz que recebe absorvendo-a, refletindo-a, transmitindo-a ou refratando parte ou a totalidade da energia luminosa, produzindo, assim, a qualidade da cor (Volpato, 2010).



Figura 2 – Luz refletida (aparência azul) e luz transmitida (aparência amarelo) num dente natural e em dentes com cerâmica (Adaptado de Chu *et al.*, 2010).

A percepção do objeto pode estar afetada pela luz dispersa ou refletida das paredes, do mobiliário ou entorno do gabinete. A fonte de luz pode ter um efeito definitivo sobre a percepção da cor. A parte visível do espectro de luz encontra-se entre os 380 e os 750 nanômetros (nm). Cada fonte de luz produz uma distribuição distinta de cor na luz que emite (Shammas e Alla, 2011).

A luz solar é extremamente variável e tem uma distribuição desigual de cores nos diferentes momentos do dia. Por exemplo, ao meio dia, o céu parece azul dado a maior penetração de raios de menor espectro na nossa atmosfera. À tarde, os raios azuis e verdes, mais curtos, dispersam-se pela atmosfera que rodeia a terra enquanto os raios vermelhos e laranjas de maior espectro (mais longos) são capazes de penetrar essa atmosfera sem serem dispersados. Como resultado, o céu aparece vermelho ou laranja (Vichi, 2011).

As fontes de luz artificiais também carecem de uma distribuição uniforme da cor. A luz incandescente é predominantemente vermelho-amarelado e falta-lhe o azul. Este tipo de luz tende a fortalecer os vermelhos e os amarelos e a debilitar os azuis. Inversamente, debaixo de uma luz fluorescente fria-branca que é rica em azul-verde e pobre em vermelhos, os azuis são mais fortes e os vermelhos mais débeis. Existem luzes especiais de “correção da cor”, no entanto, devemos ter em conta os problemas associados ao

metamerismo. Regra geral, as fontes de luz num gabinete de medicina dentária podem ser fluorescentes, naturais e/ou incandescentes (Shammas e Alla, 2011).

Vários sistemas foram idealizados para nomear ou classificar as cores. O sistema de Cores de Munsell é considerado o melhor dos sistemas baseados nos princípios da percepção (Fondriest, 2003; Kina *et al.*, 2008).

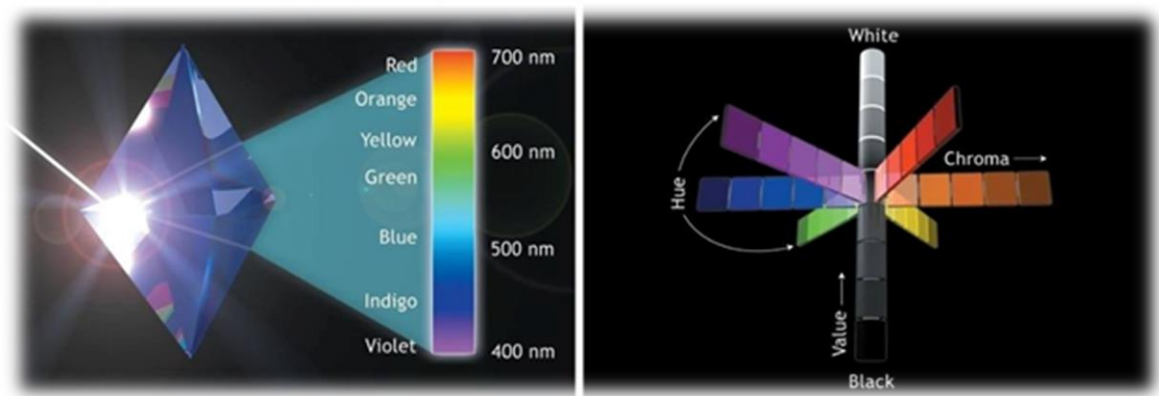


Figura 3 – O comprimento de onda (nm) da luz visível e as respectivas cores. Sistema de Cores de Munsell (Adaptado de Chu *et al.*, 2010).

Os parâmetros colorimétricos que compõem a cor são três (Chu e Paravina, 2004; Joiner, 2004; Kurtzman, 2008; Ghiggi, 2010):

- ✓ Cromo - é a saturação ou a força do matiz;
- ✓ Valor - é o brilho ou quantidade de luz do matiz, isto é, o grau de luminosidade ou obscuridade de um objeto;
- ✓ Matiz - é a qualidade que distingue uma cor da outra, por exemplo, o roxo, o amarelo ou o azul.

Aproximadamente 80% dos dentes naturais apresentam o mesmo matiz. O valor é, provavelmente, o conceito mais importante para clínicos e técnicos na determinação das cores dos dentes. Assim sendo, ele deveria ser o primeiro aspeto a ser determinado no

processo de seleção da cor dos dentes naturais (Touati, 2000; Wood, 2008; Valpato, 2010; Shamma, 2011).

5.2. Translucidez e Opacidade

A translucidez pode ser descrita como um estado entre a completa opacidade até a completa transparência (Lim e Lee, 2007; Shamma e Alla, 2011; Ali, 2014).

A translucidez é a propriedade de um material que ocorre quando um feixe de luz passa por este e é parcialmente disperso, refletido e/ou transmitido através do objeto. Quanto maior for a quantidade de luz a atravessar o objeto, maior é a translucidez do material. Quanto maior for o croma de um material, menor será a translucidez (Ahn e Lee, 2008; Volpato, 2010; Barizon, 2014; Johnston, 2014).

A translucidez é dos principais fatores no controle da estética e na seleção de materiais. Existem vários parâmetros para avaliar e interpretar a translucidez e a opacidade, por exemplo, a transmissão de luz, o parâmetro de translucidez e a razão de contraste dos materiais restauradores estéticos (Ahn, 2008; Bhat, 2011; Della Bona, 2014).

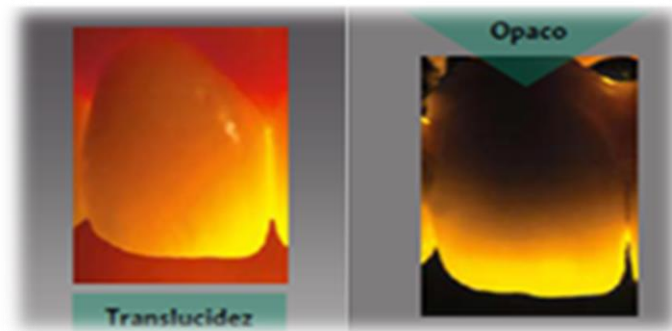


Figura 4 – A relação entre a cor do substrato e o grau de translucidez do sistema restaurador (Adaptado de Kina, 2005).

Tal como a cor, a translucidez pode ser determinada visualmente ou instrumentalmente, mas ao contrário da cor, ela não pode ser determinada por uma única medição. O parâmetro de translucidez é a capacidade de um material permitir que um fundo preto

ou um fundo branco subjacente influencie a aparência deste. A relação de contraste pode ser considerada uma medida direta da opacidade em relação à diminuição da translucidez. A classificação de um material totalmente translucido é 0, enquanto a classificação de um material totalmente opaco é 1 (Ahn, 2008; Barizon, 2013).

5.3. Fluorescência

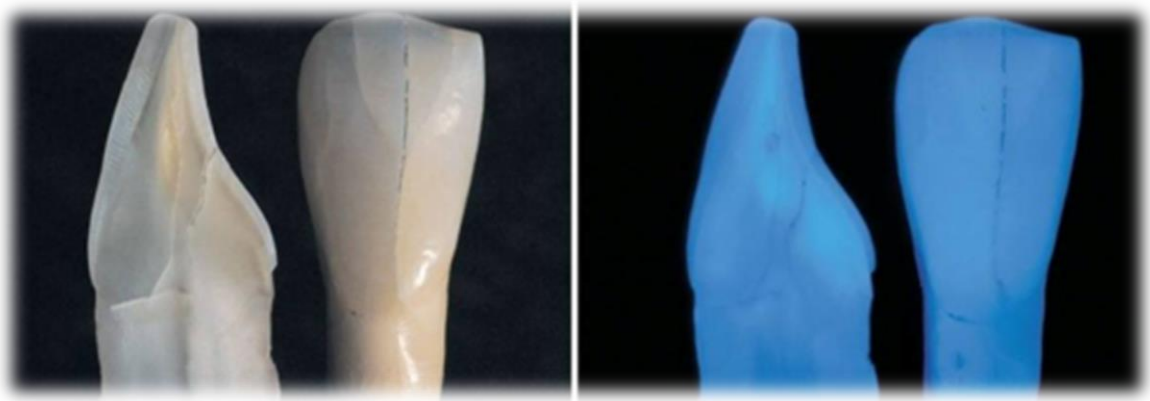


Figura 5 – Dente natural sob efeito de luz natural e dente natural fluorescente sob efeito de luz ultravioleta (Adaptado de Chu *et al.*, 2010).

A fluorescência é, por definição, a absorção de luz por um objeto e a emissão espontânea de luz numa gama de comprimento de onda mais longa. Um objeto fluorescente irradia mais luz visível do que a luz incidente sobre este, fazendo com que pareça mais brilhante comparado a um objeto que não é fluorescente. Na melhor das hipóteses, um objeto não fluorescente só pode refletir toda a luz visível que incide sobre ele (Lee, Kim e Ahn, 2007; Lim e Lee, 2007).

A medicina dentária assumiu que a fluorescência é a absorção que um objeto realiza no espectro ultravioleta da luz (UV) e a emissão espontânea de luz visível no espectro azulado. Por exemplo, os dentes naturais apresentam uma fluorescência em que a luz UV é absorvida e a luz azulada é emitida. Esta propriedade torna os dentes mais brancos e mais brilhantes. A comparação de dois objetos com perfeita compatibilidade em cores tem o mesmo fator de refletância espectral que é determinada pela composição química e

pelas características de superfície de um objeto. No entanto, a composição química e as propriedades da superfície dos dentes e dos materiais restauradores estéticos são diferentes. Portanto, alcançar uma combinação perfeita sob várias iluminações, incluindo uma fonte de fluorescência indutora, é praticamente impossível (Lee e Lim, 2007, Lee e Yu, 2007; Ghiggi, 2010;).

5.4. Opalescência

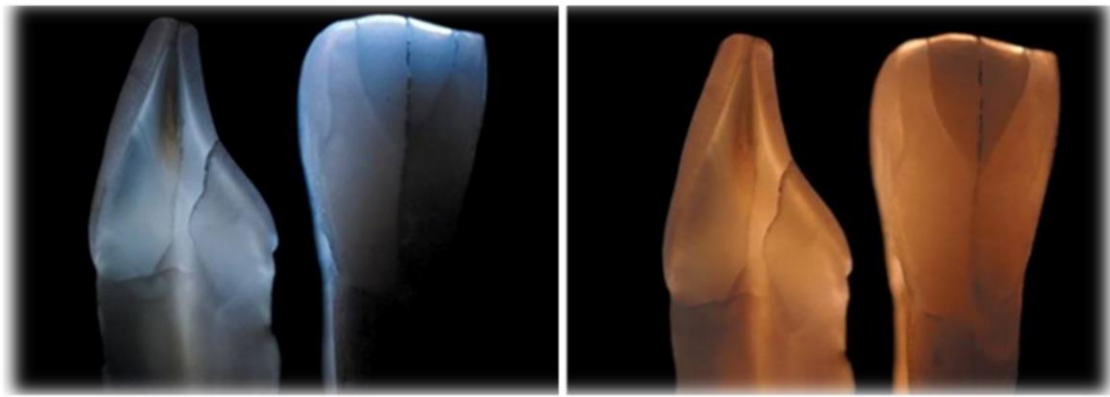


Figura 6 – Efeito azul da opalescência e efeito alaranjado da opalescência no mesmo dente natural (Adaptado de Chu *et al.*, 2010).

A opalescência é uma propriedade ótica onde existe uma dispersão de comprimentos de onda mais curtos do espectro da luz visível. Este efeito cria no objeto uma aparência azulada na cor refletida e uma aparência laranja na cor transmitida. Quando o índice de refração é constante entre as duas substâncias, o objeto pode emitir cores brilhantes de opalescência. A opalescência tem uma importância, muitas vezes, subestimada comparativamente à translucidez e a opacidade nas propriedades óticas (Bhat, 2011; Bona, 2014).

O esmalte dentário é opalescente e os componentes de onda do espectro de luz que o atingem criam um efeito em tons de azul que se tornam claramente visíveis no halo incisal. Uma das características das cerâmicas odontológicas é a opalescência, tornando

possível e mais perfeita a simulação do dente natural. (Powers, 2005; Raptis, 2006; Lee & Yu, 2007; Ghiggi, 2010).

5.5. Metamerismo

O metamerismo é um fenômeno ótico no qual a cor do objeto parece diferente, dependendo da fonte de luz em que ele é observado. Dois objetos, tais como um dente natural e um artificial podem parecer ter cores similares sob certas condições de iluminação e terem cores diferentes alterando as condições de iluminação (Carracho, 2011; Shamma, 2011).

6. Propriedades óticas dos dentes naturais

O comportamento ótico de um dente é o resultado das diferentes estruturas de que é formado e das suas características espectrais. O esmalte é um elemento muito translúcido e pode transmitir 70% da luz através de uma seção com uma espessura de 1mm. O esmalte dentário humano contém aproximadamente 97% de matéria mineral na forma de hidroxiapatite, enquanto a dentina apenas contém 70%. A dentina é menos transparente do que o esmalte e pode transmitir 30% da luz através de uma seção de 1 mm de espessura (Joiner, 2004; Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006).

À medida que a luz atinge o dente, uma parte do que se reflete na superfície do esmalte produz a percepção de brilho e de irregularidades. Enquanto outra parte da luz à superfície penetra no esmalte e está sujeita à difusão parcial e à disseminação causada pela presença de finos cristais de hidroxiapatite. Quando a luz atinge a junção amelodentinária e a dentina, a luz é novamente difusa ou refletida de volta para o esmalte. O dente é, por conseguinte, semitranslúcido. A dentina é a principal fonte de cor e os raios de luz refletidos internamente são emitidos através do esmalte e modificados segundo a sua espessura (Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006; Barizon, 2011).

A opalescência é uma das propriedades encontradas no dente natural. O bordo incisal de um dente natural apresenta uma translucidez azul quando observada sob luz refletida. Sob luz transmitida, a tonalidade geral altera-se para o avermelhado e alaranjado. Este efeito ótico é um resultado da dispersão da luz pelos cristais de hidroxiapatite, que resulta em raios de menor comprimento de onda do espectro visível (Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006).

O dente natural tem capacidade de fluorescência sob efeito de radiação ultravioleta. Este efeito é particularmente visível em ambientes noturnos, onde as lâmpadas emitem a extremidade do espectro azul, além da radiação ultravioleta. Esta propriedade torna os dentes mais brancos e mais brilhantes à luz do dia (Lee *et al.*, 2007).

Pensa-se que os componentes que provocam a fluorescência em dentes naturais são proteínas. Além disso, está provado que uma parte da matriz inorgânica dos dentes é fluorescente, uma vez que mesmo após inativação da proteína por calor, os dentes ainda exibem propriedades fluorescentes quando submetidos à radiação ultravioleta (Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006).

A cor influencia fortemente a aparência de uma restauração. No entanto, atributos geométricos, tais como, a rugosidade à superfície, o brilho, a opacidade e a translucidez (relação de contraste, capacidade de mascarar) também influenciam a aparência final. Foi confirmado quantitativamente que a cor dos dentes é principalmente dependente da dentina, enquanto o esmalte desempenha um papel menor através da dispersão de comprimentos de onda do espectro azul. Assim, a cor do dente é determinada pelo "efeito de dupla camada". Esta é fortemente influenciada pela cor da dentina e pela espessura do esmalte que atua como um filtro de dispersão de luz exterior (Paravina, Ontiveros, Powers, 2002).

A quantidade, a qualidade e a localização da translucidez variam segundo os indivíduos e a idade (Barizon, 2011).

O esmalte dos dentes de indivíduos jovens, embora seja mais espesso, é translúcido, brilhante e apresenta um matiz quase branco-leitoso. Num dente recém-erupcionado, as camadas superficiais do esmalte são mais opacas e parecem frequentemente ter um branco-fosco. Esse esmalte é menos mineralizado e tem menos poros entre os cristais, o que causa maior opacidade. O esmalte dos dentes anteriores naturais de indivíduos adultos é mais delgado e mais translúcido e apresenta menos microtextura do que aquele de indivíduos jovens, deixando de ser monocromático (Joiner, 2004)

Os dentes anteriores de indivíduos jovens apresentam, geralmente, acentuada textura de superfície e a dentina desses dentes é "opaca" e completamente coberta por esmalte. Nos adultos a dentina tornou-se mais espessa, logo, mais saturada e menos opaca (Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006).

Na juventude, as pontas dos mamelões de dentina estão localizadas cerca de 1,5 mm do bordo incisal. Com o passar dos anos este esmalte altamente translúcido desgasta-se e acaba por se perder. No geral, as pessoas de idade avançadas têm dentes de menor valor e mais intensidade do que os jovens adultos (Bhat, 2011).

A textura superficial de um dente ou de uma restauração de cerâmica tem influência na estética ao determinar a quantidade e a direção da luz refletida pela superfície vestibular. Normalmente, os dentes jovens apresentam muitas mais características superficiais como pontos, rebordos, estrias. Estas características desgastam-se diariamente, pelo que os dentes dos idosos são lisos e polidos (Barizon, 2011).

No geral, a região cervical do esmalte é mais translúcida devido à menor espessura de esmalte dessa região. O terço médio do dente apresenta maior valor e alta reflexão da luz. O terço incisal segundo o desgaste poderá ter ou não um halo de maior translucidez (Fondriest, 2003; Bhat, 2011).

7. Propriedades óticas das cerâmicas dentárias

Atualmente, as cerâmicas dentárias conseguem simular os dentes naturais de forma muito satisfatória. As propriedades óticas do esmalte e da dentina também estão disponíveis nas cerâmicas, permitindo a mimetização da natureza. São eles, a cor, a translucidez e a opacidade, a fluorescência e a opalescência. Contudo, a busca da cerâmica ou do sistema cerâmico que simule o dente natural na sua totalidade ainda é alvo de muita ponderação (Heffernan, 2002; Barizon, 2011).

Nos últimos 30 anos, os fabricantes de cerâmicas têm desenvolvido muitos sistemas totalmente cerâmicos reforçados. A ausência de subestruturas metálicas nas restaurações de cerâmica minimiza a reflexão da luz produzida pela camada opaca. As cerâmicas vítreas são mais translúcidas em comparação com as metalocerâmicas. Portanto, o jogo de luz tem um papel de maior importância na expressão de cada propriedade. Por exemplo, o aumento da transmissão e da difusão da luz resulta num aumento da translucidez (Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006).

A cor nas cerâmicas supõe simplesmente o primeiro passo e as guias de cores comerciais não mostram adequadamente toda a gama de cores dentárias que se pode observar na natureza. A expressão ótica da cor de um dente é também ela influenciada por vários factores, tais como: o tipo de iluminação; a sensibilidade do olho do observador e as características espectrais do dente em relação à absorção, reflexão e transmissão da luz, tal como, nas cerâmicas. Assim, a cor de uma cerâmica é afetada pela translucidez sendo mais translúcida quanto menor o valor (Soares da Rocha, Andrade e Segalla, 2004).

A cor da restauração de um dente é muitas vezes sobrevalorizada em detrimento de outros parâmetros, no entanto, esta ocupa uma fatia muito estreita do espectro de luz visível. Por este motivo, elementos como a forma, os contornos ou a opalescência (entre outros) de uma restauração têm um papel fundamental na totalidade do resultado (Paravina, Ontiveros, Powers, 2002; Raptis, Michalakis e Hirayama 2006).

A fluorescência dos materiais restauradores ideais deve ser semelhante à dos dentes naturais. Os materiais sem propriedade de fluorescência têm a qualidade estética das suas restaurações comprometida e sofrem predominantemente segundo as condições de iluminação (Lee *et al.*, 2007).

Nas cerâmicas a fluorescência deve, portanto, incluir materiais que possam simular essa propriedade quer na luz ultravioleta, quer na luz do dia, tal como o dente natural. Existem minerais raros como o európio, térbio, cério e itérbio que são utilizados como luminóforos em cerâmicas para lhes facultar a propriedade de fluorescência (Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006; Chu, Chow, Chai, 2007).

Cho (2009) observou a opalescência dos sistemas cerâmicos em comparação com o dente humano. O esmalte dos dentes naturais é opalescente ao exibir a aparência do dente azulada na luz refletida e a aparência cor laranja / marrom na cor transmitida. Este efeito acontece devido à dispersão de luz com comprimentos de onda mais curtos do espectro visível. O estudo indicou que valores de opalescência de todas as cerâmicas foram menores comparados ao esmalte do dente. Apesar dos materiais de cerâmica conseguirem simular a opalescência dos dentes naturais, esta propriedade deve ser alvo de mais investigação e desenvolvimento nas cerâmicas, pois o seu efeito é válido e a sua ausência empobrece a mimetização do dente natural.

A mimetização de um dente precisa de ver representada todas as propriedades óticas, porém algumas delas acentuam a naturalidade de uma restauração como é o caso da translucidez. Assim, devemos reconhecer óticamente a mesma profundidade de translucidez entre a cerâmica e o dente adjacente, controlando a absorção, a reflexão e a transmissão da luz e ainda, reconhecer os fenómenos óticos de opalescência e de fluorescência que caracterizam a estrutura natural do dente (Raptis, Michalakis e Hirayama 2006).

Um estudo realizado sobre a cor e a translucidez da zircónia com a dentina humana teve em conta que a cor de um dente natural é maioritariamente responsabilidade da dentina. O resultado indicou que todas as amostras de zircónia tinham valores de reflexão e de

luminosidade superiores ao da amostra de dentina humana, no entanto, em termos de translucidez, o sistema de zircônia poderia substituir satisfatoriamente a dentina humana (Pecho e Paravina et al, 2012).

Em geral, o croma é inversamente proporcional à translucidez. Portanto, com o aumento do croma, a tendência é que ocorra uma diminuição na translucidez. A translucidez dos dentes naturais varia com o grau de mineralização dos tecidos, portanto varia com a idade. A translucidez do esmalte muda segundo o ângulo de incidência, a textura da superfície, o brilho, o comprimento de onda e o nível de desidratação. Assim, também nas cerâmicas a textura de superfície é indicada como uma variável que pode influenciar a translucidez tendo em conta que o brilho superficial faz com que a refletância da luz não tenha o mesmo ângulo de incidência o que resulta na reflexão especular interferindo na percepção da cor do dente em cerâmica (Fondriest, 2003; Bhat, 2011; Barizon, 2014).

Bhat (2011) explicou que existe uma influência da textura da superfície quanto à estética, tendo em conta que vai determinar a quantidade e a direção da luz refletida a partir da superfície. A textura deve ser concebida para simular o padrão de reflectância dos dentes naturais adjacentes. Os dentes jovens podem ter muitas caracterizações como o *stippling*, os cumes, as estrias. Estes recursos podem ser desgastados com a idade deixando superfícies mais lisas e altamente polidas. Estas caracterizações podem ser reproduzidas nas cerâmicas.

A translucidez/opacidade das cerâmicas no bordo incisal diferem consideravelmente segundo as suas propriedades. Os valores da translucidez de uma cerâmica opaca variam entre 20 e 35%, enquanto as cerâmicas estéticas aplicadas no bordo incisal têm maiores valores de translucidez variando entre 45 a 50% (Shammas, 2011).

Chu *et al.* (2007) identificaram a cerâmica feldspática como sendo um material mais translúcido quando comparado à Procera[®] e IPS-Empress[®] 2.

Heffernan *et al.* (2002) também relataram uma semelhante conclusão ao comparar a translucidez as feldspásticas com o IPS-Empress[®] 1, In-Ceram[®] Spinell, IPS-Empress[®]

2, Procera[®], In-Ceram[®] Alumina e In-Ceram[®] Zirconia. Estes autores confirmam que a adição de partículas na matriz de vidro compromete a translucidez da cerâmica. A maior vantagem da cerâmica de dissilicato de lítio é a possibilidade de fabricar facetas finas sem comprometer a resistência e permitir uma considerável translucidez nas restaurações.

Assim, segundo Heffernan *et al.* (2002), a cerâmica In-Ceram[®] Spinell tem a maior quantidade de translucidez relativa. Seguida pelo IPS-Empress[®] 1, Procera[®] e IPS Empress[®] 2. Estes últimos têm níveis mais elevados de translucidez do que o grupo das cerâmicas com base em alumina, como a In-Ceram[®] Alumina. Por último, a In-Ceram[®] Zirconia foi classificada como sendo a menos translúcida e é comparada a uma liga metálica.

O In-Ceram[®] Spinell, IPS-Empress[®] e IPS Empress[®] 2 foram recomendados para situações clínicas em que se procure cerâmicas com alta qualidade de translucidez. O Procera[®] foi recomendado para situações de média translucidez, enquanto o In-Ceram[®] Alumina e o In-Ceram[®] Zirconia são apenas recomendados para regiões posteriores ou situações com carência clínica de opacidade (Heffernan *et al.*, 2002; Barizon, 2013).

Quando a proporção da alumina supera os 50% produz-se um aumento significativo da opacidade. Por este motivo, as cerâmicas de alto teor de óxido de alumínio são reservadas unicamente para a confecção de estruturas internas posteriormente recobertas com cerâmicas de menor quantidade de alumina para alcançar um bom mimetismo do dente natural (Sadowsky, 2006).

Chu *et al.* (2007) compararam a capacidade de mascarar do Procera[®], do IPS-Empress[®] 2 e do Vitadur Alpha[®] (feldspática). Os autores avaliaram a relação de contraste e o parâmetro de translucidez. A Vitadur Alpha[®] é um material mais translúcido e com menor diferença de cor. Enquanto a IPS-Empress[®] 2 e a Procera[®] demonstraram maior relação de contraste e diferença de cor.

As cerâmicas possuem melhores propriedades óticas quanto maior for o seu conteúdo em vidro, no entanto, o contrário acontece em relação às propriedades mecânicas como é exemplo da cerâmica feldspática reforçada com leucita. Assim, um baixo teor em vidro proporciona uma melhoria da resistência mecânica mas uma translucidez reduzida, por exemplo, a alumina ou a zircônia altamente sinterizadas. Obviamente, as propriedades óticas por si só não são suficientes para que uma cerâmica apresente bons resultados na cavidade oral (Ahmad, 2008).

As cerâmicas de menor translucidez ou maior opacidade (variáveis inversamente proporcionais neste caso) também têm uma relevância clínica podendo ser usadas na mudança de percepção de cor (Barizon, 2011).

No caso de um substrato metálico, o grau de opacidade da cerâmica requerida para mascarar o seu efeito é também, responsável pela reflexão de luz e consequente diminuição da translucidez. O esmalte é composto por 97% de cristais de hidroxiapatite, sendo muito transparente e capaz de transmitir 70% da luz. A dentina é, também, capaz de transmitir até 30% da luz, o que é uma tarefa difícil de reproduzir nas restaurações (Conrad, Seong, Pesung, 2007).

Um dos requisitos essenciais de uma restauração de cerâmica pura pode ser, dependendo da situação clínica, a sua capacidade para mascarar defeitos subjacentes e assim, simular a ausência de uma porção de dente ou metal descoloridos debaixo de uma restauração (Chu, Chow, Chai, 2007).

Na comparação do IPS-Empress[®] 2 e do Procera[®], a capacidade de mascarar destes materiais não foram significativamente diferentes. A aplicação clínica destas cerâmicas pode ser considerada limitada quando aplicado sobre um dente intensamente descolorado. Estas cerâmicas não conseguem mascarar completamente a cor de um fundo preto. A eficiência em mascarar foi menor no IPS-Empress[®] 2 pelo seu relativo baixo volume de cristais de dissilicato de lítio (60%) e pela pequena quantidade de ortofosfato de lítio na fase cristalina secundária, em comparação com o núcleo Procera[®] (99% do seu volume em cristais de alumina). Para além da diferença nos volumes de

cristais, o índice de refração de dissilicato de lítio também pode ser menor do que o da alumina. Assim, a dispersão de luz do IPS-Empress[®] 2 será inferior por causa do menor volume de cristais e pelo índice de refração dos cristais de dissilicato de lítio (Chu, Chow e Chai, 2007).

Devemos considerar que as cerâmicas de alto desempenho (resistência) ao bloquearem mais luz são indicadas para restaurações em que a estética não é prioritária. Porém, a mesma cerâmica pode ter aplicações estéticas se considerar uma restauração que necessite de um núcleo com capacidade de mascarar defeitos do dente remanescente (Devigus, 2011).

O comportamento ótico global de uma restauração, ou seja, a interação da luz para a expressão das propriedades estéticas num sistema em cerâmica pura permanentemente cimentada depende de três fatores (Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006):

- ✓ A estrutura subjacente do dente;
- ✓ O agente de cimentação;
- ✓ A estrutura do material cerâmico.

Barath *et al.* (2003) investigaram o efeito da cor de fundo e dos agentes de cimentação na cor definitiva das restaurações. A cor definitiva do IPS-Empress[®] 2 e do In-Ceram[®] Alumina mostrou uma influência entre a cor subjacente e o agente de cimentação na cor da restauração final. Neste estudo a cerâmica feldspática convencional é considerada a mais translúcida. A necessidade de uma maior translucidez ou maior capacidade de mascarar será identificada de acordo com a subestrutura (dente natural remanescente ou do núcleo cerâmico subjacente) para poder saber quanta translucidez é necessária numa dada situação clínica.

A trajetória da luz e o brilho fornecido na cerâmica é influenciado pelo coto subjacente ou pela cor do dente remanescente e não deve ser subestimado, por isso, devemos ter em conta a capacidade de translucidez ou opacidade na escolha da cerâmica (Vichi *et al.*, 2000; Devigus, 2011).

A literatura tem mostrado que a espessura dos elementos de uma restauração são variáveis e afecta a transmissão de luz através das cerâmicas, ou seja, quanto maior a espessura menor é a translucidez. O aumento da espessura da cerâmica reduz o brilho e aumenta a aparência avermelhada e amarelada da cerâmica (Barizon, 2013; Barizon, 2014).

A espessura de uma cerâmica afeta a sua capacidade de interação com os feixes de luz. Cada cerâmica tem as suas qualidades óticas permitindo uma busca personalizada da combinação perfeita entre sistemas cerâmicos (Heffernan *et al.*, 2002; Kina, 2005; Davigus, 2011).

As cerâmicas podem ser constituídas por uma fase vítrea e uma fase cristalina. A partir da sua composição podemos classificar as cerâmicas em dois grupos: cerâmicas com fase vítrea (vitrocerâmicas, cerâmica infiltrada com vidro); cerâmicas sem fase vítrea (cerâmicas com alto desempenho) (Soares da Rocha, Andrade e Segalla, 2004; Sadowsky, 2006).

É importante lembrar que a matriz vítrea das cerâmicas é a responsável pela capacidade de translucidez. As cerâmicas com maior fase vítrea são as feldspáticas. Também incluímos neste grupo as In-Ceram[®] Spinell, apesar de serem cerâmicas aluminosas, o seu núcleo é bastante translúcido devido à existência de cristais espinela que têm boas características óticas. No segundo grupo, cerâmicas sem fase vítrea ou com uma fase vítrea menor, é representado pelas restantes cerâmicas aluminosas e pelas cerâmicas de zircónia que são menos translúcidas (Rus, 2007).

A composição química e principalmente a microestrutura de tamanho médio das partículas podem explicar as diferenças do parâmetro de translucidez. A porosidade, a quantidade, a natureza, a forma, o tamanho das partículas e a relativa distribuição na fase cristalina influenciam directamente as propriedades óticas e mecânicas do material cerâmico (Barizon, 2011).

Os resultados confirmam uma correlação forte entre o parâmetro de translucidez e a relação de contraste em todas as cerâmicas. Quando a luz passa por um material translúcido a sua qualidade é reduzida pela dispersão de partículas de pequeno porte (as partículas de enchimento ou pelas porosidades). A parte da luz incidente que emerge do material como transmissão difusa é essencial na percepção da cor das cerâmicas (Raptis, Michalakis e Hirayama, 2006; Peixoto et al, 2008)

As cerâmicas com maior resistência à flexão têm maior conteúdo cristalino o que pode diminuir a translucidez. As cerâmicas feldspáticas de leucita têm fases amorfas e cristalinas. O feldspato pode ter diferentes composições químicas resultando em diferentes estruturas cristalinas. Estas diferenças confirmam que o teor cristalino influencia as propriedades óticas (Barizon, 2014).

A forte correlação entre o parâmetro de translucidez e a relação de contraste acontece de uma forma inversamente proporcional. Quando os parâmetros de translucidez diminuem, a relação de contraste aumenta. As cerâmicas com maiores valores de opacidade foram associadas às quantidades crescentes de alguns óxidos como por exemplo, óxido de zircônia ou óxido de ítrio. Quanto maior for o croma, maior é o conteúdo destes óxidos. Os resultados deste estudo sugerem que as propriedades óticas são influenciadas pela microestrutura do material e pela sua composição. As propriedades óticas são importantes para a escolha da cor acertada e para a aparência estética final. Estas propriedades têm relação com a dispersão e a absorção de luz (Della Bona, Nogueira e Pecho, 2014).

A fim de construir próteses dentárias cada vez mais próximas da natureza de um dente, o aspecto funcional dos sistemas cerâmicos bem como os cuidados com a estética são indispensáveis na busca da harmonia e da satisfação do paciente. Os pacientes são cada vez mais sensíveis a padrões de excelência estética em conjunto com a funcionalidade/longevidade. É notória a importância atribuída à dualidade translucidez e opacidade nos sistemas cerâmicos ao lado das restantes propriedades óticas. No entanto, o aspecto natural é melhorado quando esta componente é controlada e previsível no resultado. Portanto, aliando a sensibilidade e a técnica dentro dos sistemas cerâmicos é

possível conseguir uma percepção visual de um dente natural pelo jogo de propriedades óticas como a luminosidade e a translucidez, até hoje somente conseguidos por sistemas totalmente cerâmicos (Junior, 2007).

8. Indicação dos sistemas cerâmicos atuais

Nos últimos anos desenvolveu-se um grande número de sistemas cerâmicos e uma série de novas técnicas têm sido apresentadas no processamento destes materiais. A alta biocompatibilidade, a menor condutividade térmica e o comportamento ótico colocam os sistemas cerâmicos na linha da frente. Porém, não sendo fácil reunir todas as condições similares às propriedades óticas dos dentes naturais numa só cerâmica, temos como solução clínica a combinação de cerâmicas consoante as suas indicações (Soares da Rocha, Andrade e Segalla, 2004; Pieger, Salman e Bidra, 2014).

A evolução dos materiais de núcleo de cerâmica, tais como dissilicato de lítio, óxido de alumínio e óxido de zircônia têm permitido a aplicação mais generalizada de restaurações em cerâmica pura (Conrad, Seong, Pesun, 2007).

Nome comercial	Classificação	Função	Indicação
In-Ceram Alumina	Densamente aluminizada	Infraestrutura de reforço	<i>Single-unit</i> , prótese parcial fixa anterior até 3 elementos
In-Ceram Spinell	Densamente aluminizada com reforço de óxido de magnésio	Infraestrutura de reforço	<i>Single-unit</i> , anteriores, facetas, inlays, onlays
In-Ceram Zirconia	Densamente aluminizada com reforço de óxido de zircônia	Infraestrutura de reforço	Coroas posteriores, prótese fixa posterior até 3 elementos
Procera	Densamente aluminizada	Infraestrutura de reforço	<i>Single-unit</i> e pontes anteriores e posteriores, facetas
IPS Empress 1	Cerâmica feldspática reforçada por leucita	<i>Single-unit</i> , não requer estrutura de reforço	<i>Single-unit</i> , facetas, inlays, onlays
IPS Empress 2	Cerâmica feldspática com reforço de dissilicato de lítio	Infraestrutura de reforço	Prótese fixa até 3 elementos anterior (pré-molares), <i>single-unit</i> , facetas

Tabela 2 – Classificação dos sistemas cerâmicos e suas funções e suas indicações (Adaptado de Kina, 2005)

As cerâmicas feldspáticas convencionais são indicadas para *onlays*, *inlays* e facetas mas a sua força limita-os ao sector anterior e aos recobrimentos de outros sistemas cerâmicos (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Peixoto e Akaki, 2008).

O IPS-Empress[®] 1 (cerâmica feldspática reforçada com leucita) tem indicações para *inlays/onlays* e coroas unitárias no sector anterior. Não é recomendável a sua utilização em próteses parciais fixas ou nas regiões de suporte de carga e stress mastigatório (Kina, 2005; Conrad, Seong, Pesun, 2007; Ahmad, 2008).

Os sistemas IPS-Empress[®] 2 podem executar restaurações com êxito no segmento posterior para coroas unitárias e próteses parciais fixas de três elementos na região anterior podendo extender-se até aos pré-molares (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Devigus, 2011).

Os sistemas com cerâmicas de alumina podem ser considerados para coroas unitárias ou para próteses parciais fixas no sector anterior até três elementos com a exceção da In-Ceram[®] Spinell (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Ahmad, 2008).

O In-Ceram[®] Spinell só tem indicação para coroas unitárias anteriores, ou seja, *inlays/onlays* indirectas mas só se o dente apresentar uma coloração aceitável e é contra-indicado para coroas posteriores (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Ahmad, 2008).

O In-Ceram[®] Alumina é adequado a confeção de coroas totais em molares, dado as suas boas características de resistência à flexão (Devigus, 2011).

O Procera[®] AllCeram (cerâmica de alumina densamente sinterizada) está indicada para facetas, coroas e próteses parciais fixas anteriores até três elementos (Conrad, Seong, Pesun, 2007; Junior, 2007).

A zircónia tem propriedades mecânicas superiores e é a cerâmica mais resistente usada em medicina dentária. Embora possa ser usada no setor anterior, a sua falta de

transmissão de luz confere-lhe muita opacidade óptica e uma grande radiopacidade. Assim, as cerâmicas mais resistentes são mais opacas e esta propriedade pode ser limitante para as situações clínicas em que a translucidez seja requerida. A zircónia tem indicações para as próteses parciais fixas e coroas sujeitas a fortes cargas oclusais, ou seja, esta indicada como núcleo para coroas posteriores, pilares de implantes e para restaurações implanto-suportadas (Pieger, Salman e Bidra, 2014).

O êxito da aplicação de um sistema depende do material utilizado, da técnica de fabricação, da aplicação clínica, bem como da definição de fracasso por parte do médico e do paciente (Conrad, Seong, Pesun, 2007).

Na escolha de sistemas cerâmicos devemos principalmente, ter em conta três factores: conhecer e requerer os padrões máximos estéticos, ter um apoio técnico devidamente especializado e não ter presença de hábitos parafuncionais no espaço protético (Kina, 2005).

As indicações dos sistemas cerâmicos segundo a aplicação clínica/estética são (Junior, 2007; Rus *et al.*, 2007):

- ✓ Nas incrustações de cerâmica está indicado usar as cerâmicas feldspáticas que permitem uma técnica conservadora mantendo a relação estética vs resistência com elevado êxito. Para as facetas estão também indicadas as cerâmicas feldspáticas pelo mesmo motivo anterior;
- ✓ Em situações clínicas em que existe um substrato escuro opta-se por um sistema que permita o controlo do grau de translucidez;
- ✓ Nas coroas para o sector anterior deve-se ter em conta a cor do substrato. Num substrato claro é indicado o feldspato para alcançar um maior mimetismo dos dentes naturais. Num substrato escuro é mais indicado empregar cerâmicas aluminosas ou de zircónia com coifas opacas que impeçam que a cor adjacente seja transparentada;

Propriedades óticas dos sistemas cerâmicos atuais
e suas aplicações em dentes naturais

- ✓ Nas restaurações posteriores é indicado cerâmicas que resistam à fratura. As cerâmicas aluminosas e de zircónia são indicadas pelas suas características mecânicas;
- ✓ Nas pontes cerâmicas tanto no sector anterior como no sector posterior utiliza-se cerâmicas em zircónia pelo alto desempenho clínico.

As restaurações com sistemas totalmente cerâmicos tornaram-se populares na combinação de revestimentos de cerâmicas estéticas com núcleos de cerâmica de alto desempenho. As cerâmicas de recobrimento como o dissilicato de lítio, óxido de alumínio e óxido de zircónia permitem que os médicos dentistas e os técnicos de prótese dentária personalizem as restaurações em termos de forma e estética (Conrad, Seong, Pesun, 2007).

Assim, a medicina dentária contemporânea dado ao desenvolvimento dos materiais cerâmicos, tornou possível a mimetização entre materiais de substituição e substratos de dentes naturais, oferecendo uma longevidade clínica excepcional e o máximo resultado estético (Tirlet *et al.*, 2014).

III. Conclusão

A capacidade de reprodução de propriedades óticas como a translucidez, a opacidade, a fluorescência e a opalescência semelhantes à expressão estética do esmalte e da dentina têm futuro nos sistemas cerâmicos por estas lhes serem qualidades inatas.

Uma restauração não deve ficar restrita à devolução da forma e função dos elementos dentários. A estética dentária tem igual importância na capacidade de restabelecer um novo sorriso que se adapte ao estilo de vida do paciente. As cerâmicas puras com melhor comportamento ótico são as que reproduzem todas as propriedades óticas do dente natural, principalmente a interação da luz na translucidez. Assim, as mais estéticas são as cerâmicas com base em sílica, seguido das cerâmicas com base em alumina e por fim as cerâmicas com base em zircônia. No entanto, tal como a estética do dente natural que resulta da interação das várias estruturas que o compõem, as cerâmicas também resultam melhor como sistema. A combinação de cerâmicas, mesmo as mais opacas com revestimentos de cerâmicas mais estéticas, permite um resultado final e um comportamento ótico global muito satisfatório e inatingido por nenhum outro material de restauração dentária.

Os sistemas In-Ceram[®] Alumina têm indicação para prótese parcial fixa anterior até 3 elementos por serem densamente aluminizadas. O In-Ceram[®] Spinell é uma alumina com óxido de magnésio que lhe confere melhores propriedades de translucidez em detrimento da sua resistência, por isso tem indicação somente para o sector anterior. O Ips-Empress[®] 1 é uma cerâmica feldspática reforçada por leucita com indicação para coroas unitárias, facetas, *inlays* e *onlays* e é considerada das cerâmicas mais estéticas. Enquanto o IPS-Empress[®] 2 é menos translúcido e o mais resistente de ambos os IPS Empress[®]. O In-Ceram[®] Zirconia e o Procera[®] são ambos densamente aluminizados tendo o In-Ceram[®] reforço com óxido de zircônia. Ambos têm boas características de encobrimento (mascarar) sendo o In-Ceram[®] Zirconia o mais resistente e o menos estético. Ambos têm indicação para coroas posteriores e prótese parcial fixa até 3 elementos. O Procera[®] é, também, indicado para facetas.

Propriedades óticas dos sistemas cerâmicos atuais
e suas aplicações em dentes naturais

As restaurações de cerâmica têm uma longevidade clínica aceitável e vantagens estéticas duradouras. Os profissionais de dentária podem escolher qualquer sistema totalmente cerâmico com base nas necessidades estéticas dos pacientes, sejam elas facetas, restaurações *inlays* ou *onlays* ou restaurações unitárias no sector anterior. No caso do sector posterior ou próteses parciais fixas de 3 elementos, deve ter-se em conta propriedades das cerâmicas além da estética. No futuro, a zircónia provavelmente irá destacar-se como sendo o melhor sistema *all-ceramic*, independentemente da indicação clínica.

A maior prevenção ao insucesso acontece no seguimento de protocolos clínicos e laboratoriais correctos e rigorosos. Uma cerâmica deve ter em conta o sector da boca onde é aplicada quer pelas suas propriedades óticas, quer pela sua capacidade de resistência às cargas de mastigação. Porém, não sendo fácil reunir todas as condições similares às propriedades óticas dos dentes naturais numa só cerâmica, temos como solução clínica a combinação de sistemas cerâmicos consoante as suas indicações.

IV. Bibliografia

- Ahmad, I. (2008). Protocolos para restaurações estéticas previsíveis. Ahmad, I. (Ed.). *Seleção do sistema cerâmico*. Porto Alegre, RS, Artmed, pp. 69-87.
- Ahn, J. S. e Lee, Y. K. (2008). Difference in the translucency of all-ceramics by the illuminant. *Dental Materials*, 24(11), pp. 1539-1544.
- Álvarez-Fernández, M. A. *et al.* (2003). Características generales y propiedades de las cerâmicas sin metal. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*, 8(5), pp. 525-546.
- Baldissara, P. *et al.* (2010). Translucency of zirconia copings made with diferente CAD/CAM systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 104(1), pp. 6-12.
- Barizon, K. T. L. (2011). Relative translucency of ceramic systems for porcelain veneers. [Em linha]. Disponível em <<http://ir.uiowa.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2308&context=etd>>. [Consultado em 10/06/2015].
- Barizon, K. T. L. *et al.* (2013). Ceramic materials for porcelain veneers. Part I: Correlation between translucency parameters and contrast ratio. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 110(5), pp. 397-401.
- Barizon, K. T. L. *et al.* (2014). Ceramic materials for porcelain veneers: Part II: Effect of material, shade, and thickness on translucency. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(4), pp. 864-870.
- Barath, V. S. *et al.* (2003). Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and diferente backgrounds. *Advances in Dental Research*, 17, pp. 55-60.

Bhat, V. *et al.* (2011). Role of colors in prosthodontics: application of color science in restorative dentistry. *Indian Journal of Dental Research*, 22(6), pp. 804-809.

Chaiyabutr, Y. *et al.* (2011). Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(2), pp. 83-90.

Cho, M. S., Yu, B. e Lee, Y. K. (2009). Opalescence of all ceramic core and veneer materials. *Dental materials*, 25(6), pp. 695-702.

Chu, S. J. *et al.* (2004). Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry. Chu, S. J. *et al.* (Ed.). *Elements affecting color*. London, Quintessence, pp. 227-242.

Chu, F. C., Chow, T. W. e Chai, J. (2007). Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(5), pp. 359-364.

Chu, S. J. *et al.* (2010). Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry. Chu *et al.* (Ed.). *Color Theory*. Second Edition. Illinois, USA, Quintessence, pp. 70-80.

Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry* 38 (suppl. 2), pp. 2-16.

Conrad, H. J., Seong, W. J. e Pesun, I. J., (2007). Current Ceramic Materials and Systems With Clinical Recommendations: A Systematic Review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(5), pp. 389-404.

Della Bona, A. e Kelly, J. R. (2008). The clinical success of all-ceramic restorations. *Journal of the American Dental Association*, 139(suppl. 1), pp. 8-13.

Della Bona, A., Nogueira, A. D. e Pecho, O. E. (2014). Optical properties of CAD-CAM ceramic systems. *Journal of Dentistry*, 42(9), pp. 1202-1209.

Devigus, A. (2011). Vollkeramik in der front die qual der wahl. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 121(6), pp. 549-554.

Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 23(5), pp. 467-479.

Garcia, L. da F. R. *et al.* (2011). Análise crítica do histórico e desenvolvimento das cerâmicas odontológicas. *Revista Gaúcha de Odontologia*, 59, pp. 67-73.

Gomes, E. A. *et al.* (2008). Cerâmicas odontológicas: o estado actual. *Cerâmica*, 54, pp. 319-325.

Guerra, C. M. F. *et al.* (2008). Estágio actual das cerâmicas odontológicas. *International Journal of Dentistry*, 60(3), pp. 90-95.

Heffernan, M. J. *et al.* (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(1), pp. 10-15.

Holloway, J. e Miller, R. B. (1997). The effect of core translucency on the aesthetics of all ceramic restorations. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry*, 59(5), pp. 567-574.

Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32(suppl. 1), pp. 3-12.

Junior, W. R. e Oliveira, F. R. (2007). Sistemas cerâmicos reforçados e suas indicações. *ConScientiae Saúde*, 6(1), pp. 117-125.

Kina, S. (2005). Cerâmicas dentárias. *Revista Dental Press de Estética*, 2(2), pp. 112-128.

Kurtulmus-Yilmaz, S. e Ulusoy, M. (2014). Comparison of the translucency of shaded zirconia all-ceramic system. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 4(6), pp. 415-422.

Lee, Y. K. e Yu, B. (2007). Measurement of opalescence of tooth enamel. *Journal of Dentistry*, 35(8), pp. 690-694.

Lee, Y. K., Kim, J. H. e Ahn, J. S. (2007). Influence of the changes in the UV component of illumination on the color of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(6), pp. 375-380.

Lim, Y. K. e Lee, Y. K. (2007). Fluorescent emission of varied shades of resin composites. *Dental Materials*, 23(10), pp. 1262-1268.

Magne, P. e Belser, U. (1997). Esthetic improvements and in vitro testing of In-Ceram Alumina and Spinell ceramic. *The International Journal of Prosthodontics*, 10(5), pp. 459-466.

Martins, L. M. *et al.* (2010). Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão. *Cerâmica*, 56, pp. 148-155.

Moura, R. B. B. e Santos, T. C. (2015). Sistemas Cerâmicos metal free: tecnologia CAD/CAM. *Revista Interdisciplinar*, 8(1), pp. 220-226.

Mundhe, K. *et al.* (2015). Clinical study to evaluate the wear of natural enamel antagonist to zirconia and metal ceramic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(3), pp. 358-363.

O`Brein, W. J. (2002). Dental materials and their selection. *In: O`Brein, W. J. (Ed.). Dental Porcelain*. Thirth Edition. Illinois, USA, Quintessence, pp. 210-224.

Paravina, R., Ontiveros, J. e Powers, J. (2002). Curing-Dependent Changes in Color and Translucency Parameter of Composite Bleach Shades. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(3), pp. 158-166.

Parreira, G.G. e Medeiros dos Santos, L. (2005). Cerâmicas Odontológicas: Conceitos e Técnicas – Inter-relação Cirurgião-dentista/Técnico em Prótese Dentária. *In: Parreira, G.G. e Medeiros dos Santos, L. (Ed.). Sistemas Cerâmicas sem de metal*. São Paulo, SP, Livraria Santos Editora Ltda., pp. 41-100.

Pecho, O. *et al.* (2012). Color and translucency of zirconia ceramics, human dentine and bovine dentine. *Journal of Dentistry*, 40(suppl. 2), pp. 34-40.

Peixoto, I. C. G. e Akaki, E. (2008). Avaliação de próteses parciais fixas em cerâmica pura: uma revisão de literatura. *Arquivo Brasileiro de Odontologia*, 4(2), pp. 96-103.

Pieger, S., Salman, A. e Bidra, A. S. (2014). Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(1), pp. 22-30.

Raigrodski, A. J. (2004). Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 92(6), pp. 557-562.

Raptis, N. V., Michalakis, K. X. e Hirayama, H. (2006). Optical Behavior of Current Ceramic Systems. *The International Journal Periodontics and Restorative Dentistry*, 26(1), pp. 31-41.

Ritter, J. E., (1995). Predicting lifetimes of materials and material structures. *Dental Materials*, 11(2), pp. 142-146.

Ritter, R. G. (2010). Multifunctional uses of a novel ceramic-lithium disilicate. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 22(5), pp. 332-341.

Rosenblum, M. A. e Schulman, A. (1997). A review of all-ceramic restorations. *Journal of the American Dental Association*, 128(3), pp. 297-307.

Rus, F. M. *et al.* (2007). Cerâmicas dentales: clasificación y criterios de selección. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*, 12(4), pp. 253-263.

Sadowsky, S. J. (2006). An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(6), pp. 433-442.

Shammas, M. e Alla, R. K. (2011). Color and shade matching in dentistry. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs*, 25(4), pp. 172-175.

Shillingburg Jr., H. T. *et al.* (2007). Fundamentos de Prótese Fixa. Shillingburg Jr., H. T. (Ed.). *Próteses Parciais Fixas Adesivas*. Quarta Edição. São Paulo, SP, Quintessence, pp. 442-465.

Shiraishi, T., *et al.* (2011). Optical properties of base dentin ceramics for all-ceramic restorations. *Dental Materials*, 27(2), pp. 165-172.

Soares da Rocha, S., Andrade, G. S. e Segalla, J. C. M. (2004). Sistemas in-ceram de infra-estruturas totalmente cerâmicas. *Revista da Faculdade de Odontologia de Lins*, 16(1), pp. 7-12.

Tirlet, G. *et al.* (2014). Ceramic adhesive restorations and biomimetic dentistry: tissue preservation and adhesion. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 9(3) pp. 354-369.

Touati, B., Miara, P. e Nathanson, D. (2000). Odontología Estética y Restauraciones Cerámicas. Touati, B., Miara, P. e Nathanson, D. (Ed.). *Sistemas cerâmicos actuales*. Londres, Masson, pp. 25-38.

Vichi, A., *et al.* (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dental materials*, 27(1), pp. 97-108.

Vichi, A., Ferrari, M. e Davidson, C. L. (2000). Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(4), pp. 412-417.

Villarroel, M. *et al.* (2012). Sistemas cerâmicos puros parte 2: materiales, propiedades óticas y consideraciones clínicas. *Acta Odontológica Venezolana*, 50(2).

Volpato, C. A. *et al.* (2010). Ceramic materials and color in dentistry. *Ceramic Materials*, pp. 155-174.

Volpato, C. A. *et al.* (2009). Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dental materials*, 25(1), pp. 87-93.

Wood, D. J. *et al.* (2008). Spectral reflectance and color of dentin ceramics for all-ceramic restorations. *Dental Materials*, 24(12), pp. 1661-1669.

Zarone, F., Russo, S. e Sorrentino, R. (2011). From porcelain-fused-to-metal to zirconia: Clinical and experimental considerations. *Dental Materials*, 27(1), pp. 83-96.