

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

## **Fluorescência nas cerâmicas odontológicas**

Arthur Borges



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E SAÚDE**

Arthur Borges

**FLUORESCÊNCIA NAS CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Cláudia Ângela Maziero Volpato

Florianópolis

2015

Arthur Borges

## **FLUORESCÊNCIA NAS CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, adequado para obtenção do título de Cirurgião-Dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, abril de 2015.

### **Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Cláudia Ângela Maziero Volpato  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Luís Leonildo Boff  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Doutoranda Caroline Freitas Rafael  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esse trabalho aos meus pais

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, agradeço pela vida, pela minha saúde e pelas oportunidades concedidas.

Aos meus pais, **Elizete e Zélio** por todo apoio e exemplo que me deram para traçar o meu caminho pela vida e pelo amor incondicional que dão a mim e ao meu irmão. Agradeço a minha mãe por todo apoio e educação que me foi dado durante a vida. Ao meu pai por me mostrar a nunca desistir, ser um exemplo de força, bondade, respeito. Amo vocês.

Ao meu irmão, **Thiago**, que, mesmo muito novo, é um exemplo de alegria e companheirismo.

Agradeço a minha orientadora, **Cláudia Volpato**, por ter me guiado durante todo este trabalho, pela disponibilidade, auxílio e paciência durante a execução deste trabalho.

A **Bruna**, por todo incentivo, apoio, ânimo, por achar respostas tão simples aos problemas aos quais eu achava que eram complicados. Muito obrigado pelo carinho, amizade, amor, compreensão e por ter tornado a Faculdade mais fácil.

À minha dupla de clínica durante a graduação, **Barbato**, por ter crescido junto comigo nesta caminhada, com muitas discussões, risadas, prontuários e conversas. Por ter sido um grande amigo e companheiro nestes anos.

Aos meus **amigos** da graduação, por toda parceria, amizade e companheirismo. Muito obrigado por terem feito este longo caminho, às vezes turbulento, muito divertido. Ao lado de vocês tudo foi mais fácil.

Aos que de alguma maneira, **amigos, colegas, professores**, am comigo nessa caminhada e fizeram com que eu chegasse até aqui, muito obrigado.

E, por fim, À **Universidade Federal de Santa Catarina** e seus funcionários, que me proporcionaram um crescente e contínuo aprendizado.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(José de Alencar)

## RESUMO

A cor dos dentes naturais é determinada pela interpretação e interação das ondas de luz emitidas pelas diversas estruturas (esmalte, dentina e polpa), associadas ao ambiente em que se encontram inseridas, tais como gengiva, lábios e fundo escuro da boca. Assim, dependendo da forma como a luz incide com essas estruturas, os fatores intrínsecos e extrínsecos fazem com que os efeitos ópticos se diferenciem. Dentre esses efeitos, pode-se identificar a opacidade, opalescência, translucidez e fluorescência. Particularmente, a fluorescência é tratada como uma manifestação luminosa, na qual as moléculas, por meio da radiação eletromagnética, são excitadas e respondem emitindo luz. Em virtude disso, a fluorescência dental é um fenômeno bastante complexo de ser estudado e reproduzido, uma vez que o componente “energia luminosa invisível” dificulta o processo de estudo desse fenômeno. A fluorescência é encontrada tanto no esmalte, quanto na dentina, porém, devido ao seu maior conteúdo orgânico, aproximadamente três vezes mais, a fluorescência se mostra mais intensa na dentina, apresentando uma coloração branco-azulada. Sabe-se também que, atualmente, a estética está em evidência e, por esse motivo a fluorescência torna-se indispensável para quase todos os materiais restauradores estéticos. Esse fenômeno está diretamente relacionado com a simulação das características de policromaticidade e vitalidade encontrada nos dentes naturais. Desta forma, a necessidade de identificar, compreender e reproduzir a fluorescência nas restaurações estéticas tornou-se foco de pesquisas, fazendo com que os clínicos, ceramistas e indústrias aperfeiçoem suas técnicas e produtos.

**Palavras-chave:** Fluorescência. Cerâmica. Odontologia

## **ABSTRACT**

The color of natural teeth is determined by the interpretation and interplay of light waves emitted by the different structures (enamel, dentin and pulp), associated with the environment in which they are embedded, such as gums, lips and dark of the mouth. Thus, depending on how the light falls with these structures, the intrinsic and extrinsic factors cause the optical effects are distinct. Among these effects, it can identify the opacity, opalescence, translucency and fluorescence. Particularly, fluorescence light is treated as a manifestation in which the molecules by means of electromagnetic radiation, are excited, emitting light responsive. As a result, dental fluorescence is a very complex phenomenon being studied and reproduced, since the component "invisible light energy" impedes the study of this phenomenon process. The fluorescence is found in both enamel and dentin, however, due to their higher organic content, about three times, the fluorescence appears more intense in dentin, showing a bluish-white color. It is also known that currently the aesthetic is in evidence and, therefore fluorescence is indispensable for almost every aesthetic restorative materials. This phenomenon is directly related to the simulation of policromaticidade characteristics and vitality found in natural teeth. Thus, the need to identify, understand and reproduce the fluorescence in restorations has become the focus of researches, causing the clinical, Pottery industries and to improve their techniques and products.

Keywords: Fluorescence. Ceramics. Dentistry



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reflexão e penetração da luz em dente natural.....	18
Figura 2 - Reflexão e penetração da luz em coroa metalocerâmica.....	18
Figura 3 - Reflexão e penetração da luz em coroa totalmente cerâmica.....	19
Figura 4 - Espectro de luz ultravioleta.....	20
Figura 5 - Lâmpada de luz ultravioleta.....	30
Figura 6 - Dentes naturais e dentes com cerâmica.....	30
Figura 7 – Dentes naturais e dentes com cerâmica.....	30

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UV	- Ultravioleta
cm <sup>2</sup>	- Centímetro quadrado
°C	- Graus Celsius
Mpa	- Megapascal
MW	- Megawatt
nm	- Nanômetro

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos Específicos.....	14
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	15
<b>4.</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
4.1	FLUORESCÊNCIA DENTAL.....	16
<b>4.1.1</b>	<b>Conceitos</b> .....	16
<b>4.1.2</b>	<b>Influência na Odontologia</b> .....	20
4.2	CERÂMICAS.....	27
<b>4.2.1</b>	<b>Cerâmicas na Odontologia</b> .....	27
<b>4.2.2</b>	<b>Fluorescência nas Cerâmicas</b> .....	29
<b>5.</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	37
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	40
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

O interesse e a valorização da Odontologia estética têm sido marcantes na última década. A procura por restaurações que devolvam a forma, função e a cor natural dos dentes têm aumentado. A confecção de restaurações indiretas está diretamente relacionada com o grau de destruição do elemento dental, e as cerâmicas podem ser consideradas uma excelente alternativa de material restaurador estético para restaurações indiretas.

As necessidades estéticas exigidas dos materiais cerâmicos têm uma íntima relação com os fenômenos físicos e ópticos da luz. Dentre esses fenômenos, pode-se identificar a opacidade, opalescência, translucidez e fluorescência. Essa composição de efeitos, junto com os fatores intrínsecos e extrínsecos, determina a cor dos dentes naturais que, dependendo da interpretação e inter-relação das ondas de luz emitidas pelas diversas estruturas presentes na cavidade oral (esmalte, dentina, lábios, escuro da boca) após a interação da luz com as mesmas, faz com que os efeitos se diferenciem. (RAMOS JR; ORTEGA, 2002).

Particularmente, a fluorescência é tratada como uma manifestação luminosa, na qual as moléculas, por meio da radiação eletromagnética, são excitadas e respondem emitindo luz (VILLARROEL; GOMES; GOMES, 2004). Em virtude disso, a fluorescência dental é um fenômeno complexo de ser estudado e reproduzido, porque o componente “energia luminosa invisível” dificulta o estudo desse fenômeno. A fluorescência é encontrada tanto no esmalte quanto na dentina. Devido a seu maior conteúdo orgânico de

aproximadamente 3 vezes mais, a fluorescência se mostra mais intensa na dentina, apresentando uma coloração branco-azulada quando estimulada pela luz ultravioleta (SCHENKEL, 2001; ARAÚJO JR, 2005; GONDO; MARSON; ALVARES, 2005; SENSI, 2006).

Mesmo após vários estudos sobre fluorescência, ainda existem muitas dúvidas em função da complexidade desse assunto. Sabe-se também que, nos dias atuais, a estética está em evidência e, por isso, a fluorescência se torna indispensável para quase a totalidade dos materiais restauradores estéticos. Esse fenômeno é diretamente responsável pela simulação das características de cromaticidade e vitalidade encontrada nos dentes naturais. Desta forma, a necessidade de identificar, compreender e reproduzir a fluorescência nos procedimentos restauradores tornou-se foco de pesquisas, fazendo com que os clínicos, ceramistas e indústrias aperfeiçoassem suas técnicas e produtos.

Andrade (2003) citou que a cerâmica é o material de eleição para restaurações estéticas. Devido às suas positivas propriedades ópticas, que permitem reconstruir as características do dente natural e de suas características como estabilidade química e resistência ao desgaste.

Segundo Paulillo, Serra e Francischone (1997) e Chain, Arcari e Lopes (2000), as cerâmicas constituem-se na principal alternativa de tratamento restaurador para a estrutura dental, devido à sua biocompatibilidade, resistência à compressão, condutibilidade térmica semelhante aos tecidos dentais, radiopacidade, integridade marginal, estabilidade de cor e, principalmente, elevado potencial para simular a aparência dos dentes. (DONG et al.,1992; ANUSAVICE, 1998). O potencial estético e a biocompatibilidade das cerâmicas podem ser

considerados únicos dentre os materiais restauradores odontológicos indiretos. (HOLLEG, 1998).

Ao decorrer dos anos, foram desenvolvidos novos sistemas cerâmicos, que melhoraram as propriedades mecânicas e estéticas do material através da incorporação de vidros cerâmicos e cerâmicas com adição de cristais com reforço de quartzo. (HOLLEG, 1998; MCLAREN, 1998). Além da disso, foram incluídas terras raras, para que a inclusão desses compostos gere componentes luminóforos que se assemelhem com a fluorescência do dente natural. (BARAN; O'BRIEN, 1977).

Por isso, através de uma revisão de literatura, objetiva-se descrever a fluorescência em dentes naturais e materiais cerâmicos, no intuito de aprofundar um assunto que causa tanta dúvida perante a evolução estética dos materiais cerâmicos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Por meio de uma revisão de literatura, descrever as características e os aspectos referentes ao fenômeno de fluorescência em dentes naturais e principalmente nas cerâmicas odontológicas.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Descrever o efeito fluorescência em dentes naturais
- Descrever o efeito fluorescência nos materiais cerâmicos

### 3. METODOLOGIA

A metodologia adotada foi a de pesquisa bibliográfica, buscando a literatura já publicada sobre o tema. Foram priorizados artigos e publicações em revistas, preferencialmente datados a partir do ano 2000, apesar de que os textos considerados clássicos nesse tema não serão desprezados.

Depois de feita a identificação das obras e autores por meio de um levantamento bibliográfico, a localização e compilação foi feita por meio da internet, buscando nas principais bases de dados da área médica e odontológica. Para isso utilizou-se o cadastro disponibilizado pela Universidade Federal de Santa Catarina com a base de dados da CAPES, que possibilita a coleta de publicações restritas de bases como a PubMed, Scielo e BBO, além de disponibilizar na sua página de periódicos uma vasta gama de artigos.

Coletado o material necessário, foi feita a leitura e o fichamento dos artigos, separando-os em grau de importância para a pesquisa e resumindo em um texto seus principais objetivos e resultados. Este passo facilitou a etapa de redação da revisão de literatura, onde os dados buscados foram demonstrados, comparados e discutidos.

Por fim, com a revisão de literatura redigida, escreveu-se também a introdução e a conclusão. Estas foram baseadas no resultado que obtivemos com o trabalho, porém cada uma com sua devida função: apresentar e concluir a ideia da pesquisa produzida, respectivamente.



## 4. REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 FLUORESCÊNCIA DENTAL

#### 4.1.1 Conceitos

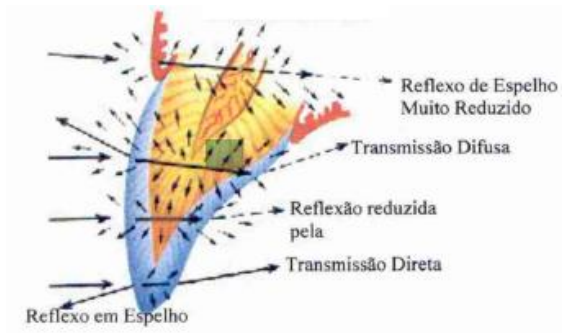
A definição da cor dos dentes naturais ocorre pela interação entre o esmalte e a dentina, e pela ação da luz sobre ambos, resultante dos fenômenos de absorção, reflexão, refração, transmissão e dispersão. Além disso, a espessura desses tecidos dentais é muito variável e influencia diretamente a cor dos dentes, e também as restaurações a serem reproduzidas. A dentição natural apresenta características cromáticas ilimitadas; bem como, fenômenos de opalescência e fluorescência, o que torna a determinação da cor dos dentes extremamente difícil e imprecisa (WINTER, 1993; VANINI, 1996).

A interação que ocorre entre o esmalte, a dentina e até mesmo a polpa dental dá origem a diferentes fenômenos ópticos que podem ser observados nos dentes naturais, e incluem graus variáveis de translucidez e opacidade do esmalte e da dentina, além dos efeitos de opalescência, translucidez e fluorescência (WINTER, 1993; VANINI, 1996; DIETSCHI, 2001; FONDRIEST, 2003; BARATIERI; ARAÚJO IR; MONTEIRO JR, 2005). Parâmetros colorimétricos como o matiz, croma e valor são insuficientes para alcançar o sucesso estético na seleção e reprodução da cor. A obtenção da cor dos dentes pode ser otimizada por meio da reprodução de propriedades ópticas adicionais como opalescência, fluorescência e translucidez. (PRIEST; LINDKE, 2000).

A opalescência, fenômeno que pode ser visto principalmente no terço incisal, trata-se da propriedade óptica referente ao esmalte no qual é relacionado à sua capacidade de transmitir seletivamente determinadas ondas do espectro da luz, ao mesmo tempo em que reflete outras. (Figuras 1, 2 e 3) Devido à refração seletiva da luz que incide sobre os cristais de hidroxiapatita, ocorre transmissão das ondas de luz com comprimento de onda médio e longo nas cores alaranjadas e avermelhadas, e a reflexão das ondas com curto comprimento em ondas azuis e violetas (PRIEST; LINDKE, 2000).

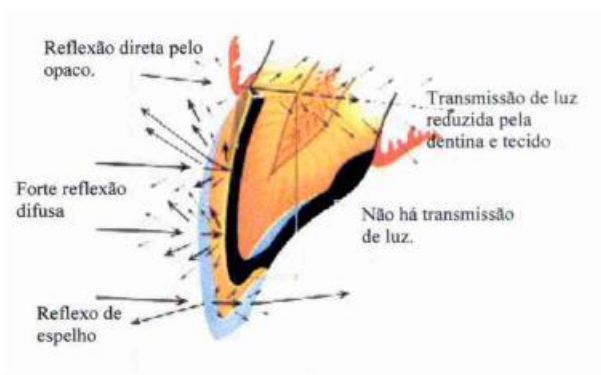
Outra propriedade óptica muito importante, que é o enfoque desse estudo, é a fluorescência. Esse fenômeno depende diretamente da incidência da luz, mais especificamente da luz ultravioleta. Essa, por sua vez, teve seu descobrimento no início do século XVII e desde então, estudos sobre esta porção do espectro de luz e os seus efeitos nos organismos vivos têm sido realizados. Um fenômeno interessante é a capacidade que os raios ultravioletas possuem de produzir um brilho característico em alguns materiais ou tecidos quando estes raios são direcionados a eles. Este fenômeno denominado de fluorescência pode ser definido como um processo de emissão de radiação eletromagnética por um corpo ou substância como consequência da absorção da energia da radiação ultravioleta (VANINI, 1996). Na verdade, o que ocorre durante este processo é a absorção de ondas eletromagnéticas invisíveis, conversão de energia invisível absorvida pelo corpo irradiado pela luz ultravioleta e emissão de energia visível por este corpo (RUDD et al., 1967). Desta forma, a fluorescência pode ser considerada um complexo

fenômeno físico, membro da família dos processos denominados fotoluminescentes, nos quais moléculas susceptíveis emitem luz a partir de estados eletronicamente excitados criados por mecanismos físicos (ex. absorção da luz), mecânicos (ex. fricção) ou químicos (MONSENEGO, 1990).



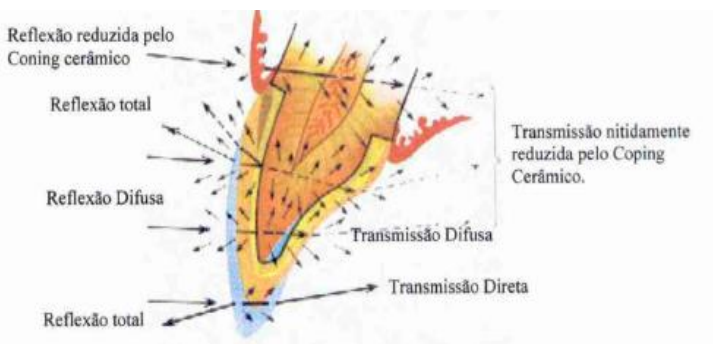
**Figura 1 - Reflexão e penetração da luz em dente natural.**

**FONTE: YAMAMOTO, 1985**



**Figura 2 – Reflexão e penetração da luz em coroa metalocerâmica.**

**FONTE: YAMAMOTO, 1985**

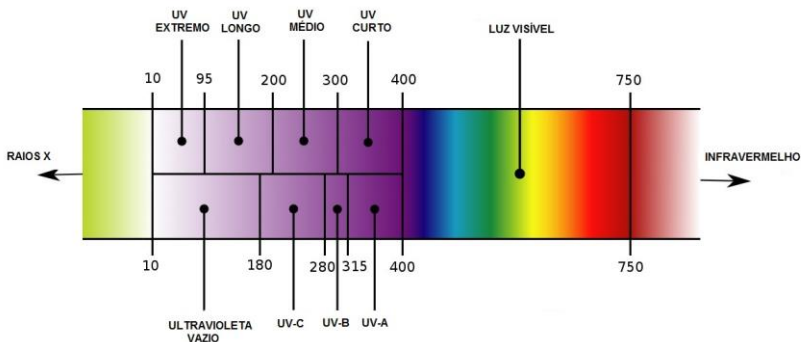


**Figura 3 – Reflexão e penetração da luz em coroa totalmente cerâmica.**

**Fonte - YAMAMOTO, 1985**

A fluorescência, mais detalhadamente, consiste em uma manifestação luminosa, em que moléculas são excitadas por absorção de uma radiação eletromagnética. As principais ondas responsáveis para que ocorra a estimulação dos corpos e a produção de efeitos fluorescentes são as ondas eletromagnéticas na faixa da luz ultravioleta. Ao absorver essa radiação o elétron passa de um nível orbital mais energético e, ao voltar ao seu nível orbital original, emite luz (VILLARROEL; GOMES; GOMES, 2004). O espectro ultravioleta pode ser dividido em três espectros: ondas pequenas, médias e longas (Figura 4). As ondas longas, de 320 a 400nm, conhecidas como "luz negra", ficam mais próximas do espectro da luz visível, e são as ondas que geralmente produzem o fenômeno da fluorescência. As ondas médias, de 290 a 320nm, não

possuem uma função completamente definida, porém, sabe-se que podem provocar câncer e queimaduras na pele, além de ter efeito acumulativo e tempo de latência; e as ondas curtas, de 200 a 290nm, as quais ficam mais longe do espectro visível, possuem propriedades antibacterianas e antivirais (RUDD, 1967; VILLARROEL; GOMES; GOMES, 2004).



**Figura 4 – Espectro de luz ultravioleta.**

**FONTE: (ARAÚJO; SOUZA, 2004)**

#### **4.1.2 Influência na Odontologia**

Na Odontologia, a definição mais simples que explica esse fenômeno pode ser a de McLaren (1997), que define a fluorescência dental como sendo a capacidade que os dentes possuem de absorver energia luminosa no espectro da luz invisível e, espontaneamente, emití-la dentro do espectro da luz visível. Este fenômeno

fluorescente ocorre pela absorção de raios ultravioletas com comprimentos de onda curtos, entre 350 e 400nm, emitidos pela luz solar e que excitam os componentes fotossensíveis presentes no esmalte e na dentina. Quando os dentes são expostos a uma fonte de luz que possui componentes da luz ultravioleta (como por exemplo, a luz negra), esta energia luminosa é emitida em comprimentos de onda maiores, entre 410 e 500nm, faixa espectral que corresponde à cor azul.

O primeiro estudo relacionado ao fenômeno da fluorescência apresentado pelos dentes naturais foi realizado por Stiibel, em 1911. Ele sugeriu que os dentes naturais apresentavam uma forte fluorescência branco-azulada quando submetidos a uma baixa ação dos raios ultravioleta. Esta propriedade faz com que os dentes pareçam mais brancos e mais brilhantes sob a luz do dia. (CLARK, 1932; MONSENEGO; BURDARION; CLERJAUD, 1993; RUTTEN; RUTTEN, 2006).

Araki (1990) demonstrou em um estudo *in vitro* que a dentina de dentes mais velhos apresentava aproximadamente o dobro de fluorescência do que os dentes mais jovens, sugerindo que processos fisiológicos poderiam ser responsáveis por este aumento da fluorescência. Matsumoto; Kitamura; Araki (1999) também relataram que a intensidade da fluorescência da dentina aumentou de acordo com a idade dos dentes analisados.

Kvaal e Solheim (1989) avaliaram as propriedades fluorescentes da dentina e cimento humano em relação à idade dos indivíduos. Nesse estudo foram avaliados 100 segundos pré-molares inferiores. A intensidade de fluorescência foi medida por um

espectrofluorímetro, sendo a luz UV, a fonte de raio incidente. A intensidade de fluorescência obtida no cimento foi maior do que a da dentina. O coeficiente de correlação de Pearson mostrou o relacionamento entre a idade, fluorescência da dentina e cimento. O gênero do indivíduo não foi significante na fluorescência do elemento dental. A fluorescência de dentes extraídos se apresentou maior do que a dos dentes presentes na cavidade bucal. A intensidade de fluorescência foi menor na dentina cariada quando comparada à dentina sadia

A importância clínica da fluorescência passou a atrair a atenção dos clínicos e pesquisadores há aproximadamente 50 anos, época em que houve divulgação de uma série de publicações científicas e observações práticas que relatavam não somente a importância da identificação da fluorescência emitida pela dentição natural, mas também, a necessidade da sua reprodução quando procedimentos restauradores eram realizados visando dar mais vitalidade e naturalidade às restaurações. Na época, a atenção foi voltada inicialmente para as propriedades fluorescentes dos dentes artificiais e dos materiais para uso em prótese (HILTEBRANDT, 1950; BRANCHINI; ZANOTTI, 1969; SCHARF, 1974; SCHENNETTEN, 1976; KOSOVEL; WEBER, 1976; ROSSOW; JOHANSEN, 1977).

Em vista disso, atualmente, a fluorescência é uma propriedade óptica considerada indispensável na maioria, ou em quase toda a totalidade, dos materiais restauradores quando se deseja a obtenção de resultados verdadeiramente estéticos que simulem as características policromáticas e a vitalidade, ambas

encontradas nos dentes naturais (VANINI, 1996; DIETSCHI, 1997, 2001; MAGNE; BELSER, 2002; SENSI, 2006).

Panzeri et al. (1977) pesquisaram a fluorescência dos materiais restauradores diretos como: cimento silicato, resina acrílica, compósitos e agentes de glazeamento. Os corpos-de-prova foram confeccionados de forma padronizada com uma forma retangular de 22 x 10,5 x 1,2 mm. Dez minutos após o início da mistura, os espécimes foram colocados em um umidificador a 37° C, por uma hora. O espectro de luz foi determinado, utilizando-se uma fonte de luz UV de 365nm e um espectrofotômetro agregado a uma faixa de fluorescência. Esse sistema permite a observação de corpos opacos, assim como de substâncias transparentes e translúcidas. Os grupos foram avaliados aleatoriamente, sendo eles: o grupo de silicato (S), dividido em S1 e S2, o grupo de resinas acrílicas (AR1, AR2, AR3), o grupo de compósitos (C1, C2, C3, C4, C5) e o grupo de agentes de glazeamento (G1, G2), que foram colocados sobre C1. Três espécimes de cada material foram analisados. Foram feitas observações adicionais sobre os corpos-de-prova de acrílico e resina composta pelas 12 especificações da A.D.A. O dente humano avaliado emitiu luz fluorescente, quando foi excitado com luz UV, e por apresentar fluorescência com uma maior intensidade no comprimento de onda próximo aos 450nm, os resultados apresentaram grandes diferenças entre todos os materiais. Os testes com a resina acrílica (AR1 e AR3) mostraram um pico de fluorescência próximo aos 450nm e AR2 em torno de 525nm. A fluorescência não foi detectada com a resina composta C2, C3 e C4. Os compósitos C1 e C5 mostraram fluorescência similar entre si



próximo aos 420nm, porém a forma da curva resultante para C5 mostrou-se diferente e emite mais componentes azulados do que C1. O agente glazeador G2 e uma resina transparente não fluorescente aplicada ao compósito C1 não alterou a fluorescência. Ao contrário, o glazeador G1 reduziu a fluorescência em 50%. Os grupos de amostras de resina acrílicas AR1, AR2 e AR3 e os compósitos C1, C2 e C3 demonstraram como resultado uma redução na quantidade da fluorescência dos compósitos, porém não houve muita variação nos resultados da resina acrílica, onde o pico foi registrado a 475nm.

Poppi (2002) relatou o mecanismo de produção da fluorescência em corpos sólidos. Quando os corpos são excitados pela luz, liberam o seu excesso de energia na forma de fótons. Quando esse relaxamento ocorre em tempos inferiores a 10-5 segundos, chama-se fluorescência, enquanto que em tempos superiores, fosforescência, evoluindo de minutos a horas. O tempo de vida de um corpo excitado é curto devido às várias formas de a molécula ou átomo perder o excesso de energia. Dois dos mais importantes destes mecanismos são: o relaxamento sem-radiação e o relaxamento radiativo (fluorescência). No primeiro podemos distinguir a desativação vibracional e a conversão interna. Os mecanismos deste tipo de relaxamento ainda não são totalmente compreendidos, porém, podem ser medidos por uma pequena elevação da temperatura do meio. A fluorescência representa um processo de relaxamento, com emissão de luz. Assim como na absorção, a baixa resolução instrumental molda as várias linhas na forma de um espectro. As bandas são provenientes do decréscimo

de estados excitados da molécula para estados eletrônicos fundamentais. Dentro da fluorescência temos a emissão de dois tipos de radiação: as linhas de ressonância, que resultam de comprimentos de onda idênticos aos de excitação e as “*stokes shift*”, que resultam em faixas mais longas, com deslocamento para comprimentos maiores ou de baixa energia. Quando uma molécula fluorescente recebe uma quantidade de energia favorável para promover uma excitação eletrônica (quantum), a excitação ocorre em 10-15 segundos ou menos, logo esta molécula sofre relaxamento vibracional até o zero vibracional do estado excitado. Nesse ponto relaxamentos futuros podem ocorrer por meio de rotas radioativas ou não. Se uma rota radiativa for seguida, o relaxamento ocorre para qualquer um dos estados vibracionais do nível eletrônico inferior. Todas essas linhas são de baixa energia, ou comprimentos de onda maiores que as linhas de excitação.

Villarroel, Gomes e Gomes (2004) pesquisaram a presença de fluorescência em resinas compostas de última geração, sendo avaliadas 13 (treze) marcas comerciais disponíveis no mercado, aplicando a seguinte sistemática: confecção de discos com cada material selecionado (10mm diâmetro X 1mm espessura), cor A2 e polimerizadas convencionalmente, com luz halógena (Optilux / Demetron / VCL 401 - 600 mW/cm<sup>2</sup>, por 60 segundos). Em ambiente totalmente escuro (ausência total de iluminação), os corpos-de-prova foram expostos à incidência de luz UV de 365nm de comprimento de onda. A fluorescência emitida pelos corpos-de-prova foi registrada por meio de fotografias com câmera fotográfica digital (SONY Cyber-shot 707, JAPÃO). As imagens foram

avaliadas por três examinadores devidamente calibrados. Os resultados foram distribuídos em escala de alta, média e baixa-fluorescência, de acordo com os valores (luminosidade) da cor. Os autores relataram no estudo que em alguns sistemas restauradores resinosos pode-se encontrar a ausência ou um baixo grau de fluorescência, tanto na resina opaca, como na resina de dentina e resina de esmalte, resultando na confecção de uma restauração totalmente evidente perante a luz UV. Em alguns sistemas resinosos a fluorescência está presente em diferentes graus, tanto em dentina como em esmalte. Nesse caso têm-se duas situações: uma na qual a fluorescência estará fornecida pela última camada, independentemente de a dentina apresentar um grau maior de fluorescência. A outra situação é a mistura de ambas fluorescências para fornecer uma fluorescência intermediária, onde a resina de dentina apresenta um grau maior que a de esmalte, isto se deve principalmente ao grau de translucidez que apresenta a resina para esmalte. Nesse caso a resina para esmalte atua como um modificador da fluorescência fornecida pela resina para dentina. Os autores concluíram que os sistemas restauradores de resinas compostas apresentam diferentes graus de fluorescência, tanto em suas resinas opacas, como na de dentina e de esmalte, sendo a última camada a mais importante para fornecer esse fenômeno de iluminação à restauração.

## 4.2 CERÂMICAS

### 4.2.1 Cerâmicas na Odontologia

As cerâmicas foram utilizadas como material odontológico pela primeira vez em 1774, na fabricação de dentes para prótese total pelo químico Alexis Duchateau e pelo dentista Nicholas Dubois. Mais tarde, novos sistemas cerâmicos foram patenteados e a confecção de coroas totalmente cerâmicas sobre uma lâmina de platina foi executada a partir da invenção do forno elétrico (1894) e da porcelana de baixa fusão (1898). Em 1903, as cerâmicas entraram definitivamente para a Odontologia restauradora após o emprego de coroas de jaqueta de porcelana (KINA 2005).

As porcelanas feldspáticas foram as primeiras a serem confeccionadas em fornos de alta fusão. Com ótima qualidade estética, coroas puras de porcelanas feldspáticas foram utilizadas por longa data. Entretanto, sua baixa resistência limitou sua indicação apenas para coroas unitárias anteriores em situações de estresse oclusal. No intuito de melhorar a sua resistência, as porcelanas feldspáticas foram reforçadas por leucita, sendo indicadas para restaurações do tipo facetas laminadas, *inlays* e *onlays*, contudo ainda apresentado uma resistência insatisfatória. (KINA, 2005).

O acréscimo de cristais de dissilicato de lítio à formulação das porcelanas feldspáticas favoreceu as propriedades mecânicas sem comprometer as propriedades ópticas das cerâmicas vítreas. Surgiu assim um novo sistema cerâmico denominado “sistema de cerâmica injetada” (IPS Empress II, Ivoclar Vivadent,

Liechtenstein), que apresenta uma resistência flexural de aproximadamente 400MPa. As cerâmicas com dissilicato de lítio, além de serem indicadas para *inlays*, *onlays*, coroas unitárias e facetas laminadas, também podem ser indicadas para próteses fixas de até três elementos (RAIGRODSKI, 2005; DELLA, KELLY, 2008;).

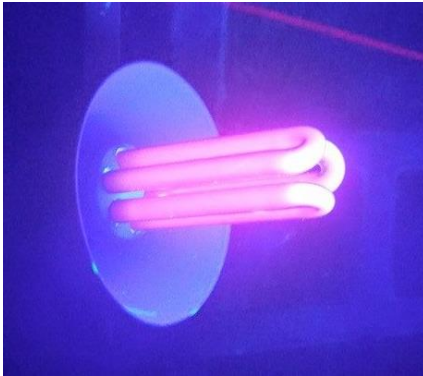
Após isso, foram desenvolvidas cerâmicas aluminizadas para proporcionar mais resistência à fratura quando comparadas às porcelanas feldspáticas convencionais. Essa cerâmica apresentava óxido de alumina para uma melhor resistência à flexão. Porém, observou-se uma perda na translucidez, devido à transmissão de luz ser limitada pelos cristais de alumina, além de uma resistência ainda insuficiente para uso em áreas posteriores e próteses parciais fixas. Também foram adicionadas partículas de vidro de lantânio, e o resultado foi a diminuição da porosidade, aumento de força e limitação da propagação de fissuras. Um exemplo clássico foi o sistema In-Ceram® Alumina, que apresentava grau de opacificação por apresentar um coping opaco e cerâmica feldspática para cobertura estética, podendo ser a cerâmica Dulcera All-Ceram (Dulcera Rosbach, Alemanha) para cobertura das infra-estruturas, muito embora, cerâmicas como a Vitadur Alfa (Vita, Alemanha), Cerabien (Noritake, Japão) e Creation-AV (Klema, Áustria) puderam ser utilizadas. Este sistema era indicado para utilização tanto nas regiões posterior como anterior, na confecção de coroas unitárias e próteses parciais fixas, e como diferencial importante: na confecção de *abut ments* personalizados para implantes. (CONRAD, 2007; RAIGRODSKI, 2005

Devido à ocorrência de propagação de trincas em cerâmicas aluminizadas, zircônia tetragonal estabilizada por ítria (Y-TZP) vem despontando como uma geração de cerâmicas odontológicas que têm demonstrado grande versatilidade devido às suas propriedades mecânicas, estética, biocompatibilidade, além de apresentar elevada resistência à fratura e baixo módulo de elasticidade. A adição de óxido de ítria à zircônia tem por intuito diminuir a propagação de trincas controlando a expansão de volume e estabilizar a zircônia na fase tetragonal em altas temperaturas. Devido a sua alta resistência flexural, a Y-TZP pode ser indicada para a confecção infraestruturas para reabilitações protéticas e pilares para implantes; entretanto, os requisitos físico-mecânicos do material devem ser respeitados, bem como seus princípios técnicos, como, por exemplo, o planejamento de conectores com no mínimo 4mm de espessura. (CONRAD, 2007; FASBINDER, DENINISON, HEYS, NEIVA, 2010; SUNDH, SJOGREN, 2004).

#### **4.2.2 Fluorescência nas Cerâmicas**

A fluorescência dos dentes naturais tem uma importante contribuição para sua aparência, inclusive na ausência de luz do dia. Portanto, para reproduzir a aparência natural da estrutura dentária, os materiais restauradores cerâmicos devem apresentar características ópticas similares às do dente natural. Quando materiais restauradores diretos e indiretos são submetidos à luz escura, negra ou UV (Figura 5), a ausência de propriedades fluorescentes adequadas irá interferir de forma negativa nas

propriedades estéticas do material (Figura 6 e 7). (BAEZA et al., 2002; DIETSCHI, 2001; MAGNE; BELSER, 2003).



**Figura 5 – Luz ultravioleta.**



**Figura 6 – Dentes naturais e dentes com cerâmica.**



**Figura 7 – Dentes naturais e dentes com cerâmica.**

**FONTE: Fotos cedidas pelo Cirurgião Dentista Angelo Rossett Junior**

Os componentes básicos dos materiais restauradores não são capazes de emitir fluorescência (BARAN; O'BRIEN, 1977; VANINI, 1996), mas essa qualidade é alcançada pela incorporação de componentes fluorescentes nas cerâmicas como terras raras. Porém, na maioria das vezes os componentes luminóforos não são revelados pelo fabricante.

Dessa forma, na tentativa de melhorar a estética das cerâmicas, Baran e O'brien (1977) estudaram a incorporação de urânio e cério como componentes fluorescentes. Uma desvantagem no uso do urânio é sua radioatividade. O presente estudo foi desenvolvido para pesquisar a possibilidade do uso das terras raras como componentes fluorescentes nas cerâmicas dentais. As terras raras foram agregadas ao vidro de potássio feldspático e seu espectro de emissão foi medido mediante um espectrofluorímetro. Os autores concluíram que os íons de terras raras servem como elementos aditivos de fluorescência para vidros com composição similar às cerâmicas dentais. Compostos como európio e térbio podem ser usados como luminóforos (composto que fornece luminescência) nas cerâmicas dentais, pois mostraram, respectivamente, uma intensa fluorescência branco-azulada e amarelada.

Dudek e Kosmos (1984) avaliaram a necessidade de simular as características de fluorescência da dentição natural nos materiais restauradores. Antes desse estudo, a análise das características fluorescentes do dente natural era realizada com dentes extraídos, devido aos problemas associados à realização desse tipo de experimento "in vivo". O objetivo desse estudo foi



desenvolver uma técnica fotográfica intra-oral que pudesse avaliar as propriedades fluorescentes dos dentes vitais e compará-los aos da porcelana dental. Para realizar esse estudo foram feitas fotografias intra-orais de 74 indivíduos, sendo esses homens e mulheres, com idade entre 23 e 63 anos, representando caucasianos, negros e hispânicos. As fotografias intra-orais foram feitas usando iluminação UV com comprimento de onda longo e com filtros ópticos para fotografias. Foram fabricadas coroas metalocerâmicas simulando as cores da escala. As cores das coroas que mais se aproximaram da cor dos elementos dentais dos pacientes foram incluídas nas fotografias para facilitar as comparações. As fotografias foram utilizadas para determinar qual das coroas se relacionava melhor com a intensidade da fluorescência dos dentes naturais. Os resultados desse estudo indicaram que a aparência fluorescente da dentição natural não foi constante e foi geralmente dependente da cor do dente vital e da idade do paciente. Também foi determinado que técnicas fotográficas podem ser usadas como um método eficaz para registrar e comparar a aparência fluorescente da dentição natural e dos materiais restauradores, como a porcelana.

Monsenego e Burdairon (1993) estudaram um equipamento e um método para avaliar a fluorescência do esmalte, fluorescência da porcelana e escala de cor. Foi utilizado um laser de argônio de radiação coerente que emite radiação na faixa ultravioleta a 351.1 e 363.8nm. A segunda faixa ultravioleta foi encontrada na luz emitida pelos flashes fotográficos, por isso a escolha por esta. A saída de emissão foi ajustada a 20MW. Os dentes naturais utilizados nesse estudo foram incisivos centrais bovinos, já que possuem a mesma

fluorescência do dente humano. Os dentes foram conservados em uma solução de soro fisiológico e utilizados para estabelecer os espectros de referência. As amostras de porcelanas usadas foram discos planos de cerâmica (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) em dentina, esmalte e opaco. Os discos foram confeccionados com uma espessura de 1.5mm e 1.5cm de diâmetro, em cada cor existente. Os discos de porcelana, os dentes naturais e os dentes da escala de cor foram posicionados para avaliar sua fluorescência. As escalas de cor utilizadas foram Biodent (Dentsply, EUA), Ivoclar Kerascop (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) e Vitapan Clássica (Vita-Zahn-Fabrik, Alemanha). O espectro do esmalte do dente natural mostrou a forma de uma larga banda, na qual o pico máximo está a 450nm e diminuiu lentamente a 680nm. Sob as condições desse procedimento experimental, a fluorescência do dente bovino é instável e diminui com o tempo, como 15% após 30 minutos de exposição ao laser, 20% após 1 hora, 30% após 1 hora e meia e 40% após 2 horas de exposição. A cor da fluorescência pareceu ser mais independente da cor do dente sob uma luz branca. O espectro da dentina tem a forma de uma faixa ampla, na qual o pico máximo é de 430nm e cuja intensidade é três vezes maior que a do esmalte. O espectro das escalas Ivoclar Kerascop, Ivoclar Vivodent ITS, Ivoclar Vivoperl PE e Biodent apresentaram a forma de uma faixa ampla com pico máximo próximo aos do esmalte. No entanto, sua intensidade diminuiu rapidamente quando o grau de saturação das amostras aumentou. A intensidade do espectro é quatro vezes inferior à cor 3C mais escura à cor 1C mais clara. A escala de cor Anatoform VF tem um espectro tendendo a um maior comprimento

de onda, levando a uma cor verde. A fluorescência também diminui rapidamente quando a saturação aumenta. Quando a intensidade diminui, a forma espectral e a cromaticidade não foram afetadas. Os estudos mostraram que a intensidade relativa das faixas amplas parece diminuir com os graus de saturação. A intensidade relativa das linhas, comparada com as faixas, varia com o grau de saturação. Para a escala Vita, em cada cor, exceto A3 e D3, o espectro mostrou um comprimento de onda de 435nm e 510nm. O espectro de fluorescência do esmalte dental consiste de uma ampla faixa, próxima a 450nm. Quando o grau de saturação da porcelana que não contém terras raras cresce, sua intensidade de fluorescência diminui, enquanto que a cromaticidade permanece constante. Quando o grau de saturação da porcelana, que contém terras raras aumenta, seu grau de fluorescência torna-se mais próximo ao produzido pelas terras raras. Algumas escalas de cor contêm terras raras e as composições de elementos fluorescentes de uma escala única não são sempre homogêneas. Duas escalas da mesma origem podem possuir diferenças.

Leinfelder (2000) relatou que para os clínicos que trabalham com restaurações estéticas, particularmente no campo das cerâmicas, a fluorescência é uma propriedade física muito importante. Dentes naturais são fluorescentes. Em outras palavras, eles emitem luz visível quando expostos à luz UV. A fluorescência proporciona vitalidade à restauração e minimiza o efeito metamérico entre dentes e material restaurador. É importante que os componentes básicos da porcelana emitam luz visível quando expostos à luz UV.

Córtes (2004) avaliou a fluorescência de cinco cerâmicas livres de metal gerada durante a exposição de uma fonte de luz UV, sendo: Grupo I Classic (Ivoclar-Vivadent); Grupo II IPS Empress 2 (Ivoclar-Vivadent); Grupo III In-Ceram Alumina (Vita); Grupo IV In-Ceram Spinell (Vita) e Grupo V IPS d.SING (Ivoclar- Vivadent). Utilizou-se um espectrofluorímetro (Fluorescence Spectrophotometer F 4500 Hitachi) (Figura 8). Os espécimes de prova foram obtidos pela confecção de discos de cerâmicas livres de metal, segundo as especificações dos fabricantes, cada um deles possuía 15mm de diâmetro e 2mm de espessura (Figura 9). O equipamento foi calibrado para que o raio incidente de luz UV nos corpos-de-prova fosse emitido com um comprimento de onda de 390nm e para que todo fenômeno de fluorescência em uma faixa de 400 até 700nm de comprimento de onda fosse registrado pelo equipamento. A fluorescência gerada durante o teste foi registrada em uma curva de Intensidade de Fluorescência x Comprimento de Onda permitindo obter os valores dos picos máximos de Intensidade de Fluorescência e Comprimento de Onda. De acordo com a metodologia empregada, concluiu-se que houve diferenças em relação à intensidade de fluorescência em todos os grupos, sendo que os menores valores foram obtidos no grupo III (In-Ceram Alumina) e no grupo IV (In- Ceram Spinell), e os maiores valores encontrados no grupo II (IPS Empress 2), houve diferenças em relação ao comprimento de onda em todos os grupos, não havendo diferenças significativas entre os grupos II (IPS Empress 2) e V (IPS d.SIGN), bem como entre os grupos III (In-Ceram Alumina) e IV (In-Ceram Spinell) e os valores de comprimento de onda mais

próximos aos dentes naturais foram encontrados no grupo II (IPS Empress 2) e no grupo V (IPS d-SIGN), quando comparados com dados encontrados na literatura.

Magne e Belser (2003) relataram que a fluorescência torna os dentes mais claros ou brancos à luz do dia, sendo um parâmetro adicional a ser considerado. Para os autores ela é definida como a capacidade de absorver energia radiante e emití-la em um comprimento de onda diferente. A dentina é três vezes mais fluorescente do que o esmalte, o que gera uma luminosidade interna. Determinados materiais cerâmicos têm sido otimizados com relação a esse aspecto específico. Contudo, é muito difícil reproduzir fielmente o espectro de luminescência (cor e intensidade) do esmalte e da dentina. Óxidos de terras-raras (isto é, európio, térbio, cério e itérbio) são atualmente utilizados como luminóforos (composto que fornece de luminescência), mas nenhum deles reproduz de forma precisa a fluorescência dos dentes naturais. Para o clínico, a forma mais eficiente para avaliar a fluorescência “in vivo” é verificar sua interação óptica com uma fonte luminosa modificada, tal como a luz preta.

## 5. DISCUSSÃO

A demanda por resultados esteticamente atrativos desafia os clínicos a produzirem restaurações diretas e indiretas e próteses que reproduzam não somente a forma e a função, mas também a aparência dos dentes naturais. Esta aparência final dependerá das características de forma (contorno e textura de superfície) e, inevitavelmente, da cor final obtida. Em virtude da evolução dos materiais e das técnicas restauradoras, as restaurações tornaram-se esteticamente superiores as antigas. Entretanto, a avaliação das propriedades de cor e a sua adequada reprodução continua a ser considerada uma das tarefas mais desafiadoras dentro da Odontologia restauradora e estética (BARATIERI; ARAÚJO JR; MONTEIRO JR, 2005; SENSI, 2006).

O processo de controle da cor nas restaurações é realizado essencialmente de maneira visual. Desse modo, vários fatores influenciam este processo como as diferenças individuais com relação ao entendimento e percepção da cor, a experiência e treinamento do observador, as condições de iluminação ou a utilização de escalas de cor inadequadas (TUNG, 2002).

Se a percepção das características básicas da cor dos dentes já pode ser considerada uma tarefa difícil, a percepção e comunicação de propriedades ópticas especiais, tais como a fluorescência, é ainda mais delicada. A fluorescência é um fenômeno óptico inerente aos dentes naturais que ocorre pela absorção de energia luminosa em um espectro invisível e a emissão desta energia no espectro visível, em forma de luz. A reprodução adequada desta característica pode ser crucial em algumas situações

clínicas e depende exclusivamente da utilização de materiais que possuam características fluorescentes semelhantes às daquelas do dente em questão a ser restaurado. Assim, torna-se necessário conhecer o comportamento desta característica fluorescente presente tanto nos materiais restauradores como nos dentes naturais (WINTER, 1993; VANINI, 1996; MCLAREN, 1997).

Desde que passou a atrair a atenção dos clínicos e pesquisadores há aproximadamente 50 anos atrás, uma série de estudos e publicações científicas vem relatando a importância da fluorescência na dentição natural e a necessidade da sua reprodução nos materiais restauradores. Tanto, que atualmente ela é considerada uma propriedade indispensável (VANINI, 1996).

O fenômeno fluorescente nos dentes naturais ocorre pela absorção de raios ultravioleta com comprimento de onda de 330 a 390nm, emitidos pela luz solar e que excitam componentes fotossensíveis presentes no esmalte e na dentina. Quando expostos a uma fonte de luz que possui componentes da luz ultravioleta, como por exemplo, a luz negra, esta energia luminosa é emitida em comprimentos de onda maiores, entre 400 e 500nm, medidas que na faixa espectral correspondem à cor azul (MCLAREN, 1997).

Percebeu-se que, principalmente nos últimos anos, houve uma maior preocupação com a forma como a luz passa através das cerâmicas dentais. Isso se tornou necessário, pelo fato de que as restaurações necessitam promover a perfeição desejada pelo paciente e, porque não, pelo cirurgião-dentista. A busca e preocupação pela estética estão intimamente ligadas à forma e a cor do dente. Assim, é fundamental um alto grau de conhecimento sobre

fluorescência, tanto pelo cirurgião-dentista quanto pelo técnico de laboratório, de modo que os objetivos funcionais e estéticos sejam alcançados, assim como os anseios do paciente (DIETSCHI, 2001; MAGNE; BELSER, 2003).

Quanto aos materiais, os fabricantes têm conseguido desenvolver materiais mais apurados e cientificamente elaborados para possibilitar que as restaurações sejam confeccionadas mais próximas possíveis dos dentes naturais, que apresentem resistência para cumprir a sua função fisiológica e aparência estética para integrar-se ao sorriso de forma agradável e harmônica. (WINTER, 1993; VANINI, 1996; MCLAREN, 1997). Os componentes básicos dos materiais restauradores não fluorescem (BARAN; O'BRIEN, 1977; VANINI, 1996a), mas essa qualidade é alcançada pela agregação de componentes fluorescentes nas cerâmicas como as terras raras. As terras raras como o urópio, térbio, cério e itérbio, quando empregadas isoladamente como luminóforos, não são capazes de fornecer cor e intensidade de fluorescência próxima à do dente natural, devendo ser misturadas e unidas. Na maioria das vezes os componentes luminóforos não são revelados pelo fabricante (MAGNE; BELSER, 2003; WOZNIAK; MOORE, 1978).



## 6. CONCLUSÃO

De acordo com a literatura apresentada sobre a fluorescência das cerâmicas odontológicas, conclui-se que a reconstrução de um dente em cerâmica, seja uma coroa metalocerâmica ou uma coroa de cerâmica pura, é sempre um desafio estético. Em vista disso, tanto os profissionais da área, quanto os fabricantes têm se esmerado na obtenção de cerâmicas fluorescentes e na elaboração de técnicas para a melhor construção de restaurações que se integrem perfeitamente ao sorriso do paciente de tal forma que a fluorescência seja mais um ponto positivo dos materiais cerâmicos.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, O. S. Sistema Empress: versatilidade e previsibilidade em restaurações cerâmicas. **ACDC em ação**, Campinas, n. 104 (Anais do 15° Conclave Odontológico Internacional de Campinas), p. 1-2, mar./abr. 2003.

ANUSAVICE, K. J. Materiais de acabamento e polimento. In:\_\_\_\_. **Phillip's materiais dentários**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998. cap. 30, p. 394-405.

ARAKI, T.; MIYAZAKI, E.; KAWATA, T.; MIYATA, K. Measurements of fluorescence heterogeneity in human teeth using polarization microfluorometry. **Appl Spectrosc.**, Salt Lake City, v. 44, n. 4, p. 627-631, May,1990.

ARAÚJO JR, E. M. et al. Direct adhesive restorations of anterior teeth: Part 1. Fundamentals of excellence. **J. Pract. Periodont. Aesthet. Dent.**, Nova York, v. 15, n. 3, p. 233-240, Apr. 2003.

BAEZA, R. et al. Fluorescencia de resinas compuestas de obturación directa. **Rev. Fac. de Odont. Univ. de Chile**, Santiago, v. 20, n. 2, p. 54-60, 2002.

BARAN, G. R; O'BRIEN, W. J. Colored emission of rare earth ions in potassium feldspar glass. **J. Dent. Res.**, v. 56, n. 11, p. 1323-1329, 1977.

BARATIERI, L.N.; ARAÚJO JR, E.; MONTEIRO JR, S. **Composite restorations in anterior teeth: fundamentals and possibilities**. 1st Edition. Chicago: Quintessence Publishing, 2005.

BRANCHINI, C.; ZANOTTI, L. Comparative data on the fluorescence of the enamel in various types of teeth. **Arch. Stomatol.**, Napoli, v. 10, n. 2, p. 93-108, Apr./June 1969.

CHAIN, M. C.; ARCARI G. M.; LOPES, G. C. Restaurações cerâmicas estéticas e próteses livres de metal. **Rev. Gau. De Odon.**, v. 48, p. 67-70, abr./jun. 2000.

CONRAD H.J., SEONG W.J., PESUN .I.J. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. **J. Prosthet. Dent.**, p. 389-404, 2007.

CORTÉS, M.J.V. . **Avaliação espectral da fluorescência de cinco cerâmicas livres de metal**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

DELLA BONA A, KELLY JR. The clinical success of all-ceramic restorations. **J. Am. Dent. Assoc.**, 2008.

DIETSCHI, D. Free-hand bonding in the esthetic treatment of anterior teeth: Creating the illusion. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v. 9, n. 4, p. 156-164, 1997.

DIETSCHI, D. Layering concepts in anterior composite restorations. **J. Adhes. Dent.**, London, v. 3, n. 1, p. 71-80, 2001.

DONG, J. K. et al. Heat-pressed ceramics: technology and strength. **Int. J. Prosthodont.**, v. 5, p.9 -16, Jan./Feb. 1992.

DUDEK, R. P.; KOSMOS, P. Study comparing the fluorescence of natural dentition to dental porcelain. **J. Dent. Resear.**, v. 63, p. 174-174, 1984.

FASBINDER D.J., DENNISON J.B., HEYS D., NEIVA G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. **J. Am. Dent. Assoc.**, 2010.

FONDRIEST, J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. **Int. J. Periodont. Resto. Dent.**, Chicago, v. 23, n. 5, p. 467-479 Oct. 2003.

GONDO, R.; MARSON, F. C.; ALVARES, I. Restaurações diretas de resina composta em dentes anteriores: Alguns fundamentos para a obtenção de resultados estéticos satisfatórios. **Int. J. Braz. Dent.**, São José, v. 1, n. 2, p. 137-145, abr./jun. 2005.

HILTEBRANDT, C. Transparency, fluorescence and reflexion in natural and artificial teeth. **Zahnarztl. Welt. Zahnarztl. Reform. Zwr.**, v. 25, n. 8, p. 223-225, Apr. 1950.

HOLLEG, H. Sistema In-Ceram: uma alternativa para a otimização estética em prótese unitária. **Odonto Pope**, v. 2, p. 379-88, 1998.

KINA S. **Cerâmicas dentárias**. R Dental Press Estét. 2005; 2(2): 112-28

KOSOVEL, Z.; WEBER, K. Natural fluorescence of human teeth. **Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl.**, v. 64, n. 1, p. 32-40, 1976.

KVAAL, S.; SOLHEIM, T. Fluorescence from dentin and cementum in human mandibular second premolar and its relation to age. **J. Dent. Res.**, v. 97, p. 131 -138, 1989.

LEINFELDER, K. Porcelain esthetics for the 21st century. **JADA**, v. 131, p. 47-51, 2000.

MAGNE, P.; BELSER, U. Estética oral natural In: **Restaurações adesivas de porcelana na dentição anterior: uma abordagem biomimética**. Rio de Janeiro: Quintessence, 2003. p. 86-87.

MAGNE, P.; BELSER, U. Estética oral natural In: \_\_\_\_\_. **Restaurações adesivas de porcelana na dentição anterior: uma abordagem biomimética**. Rio de Janeiro: Quintessence, 2002. p. 86-87.

MATSUMOTO, H.; KITAMURA, S.; ARAKI, Autofluorescence in human dentine in relation to age, tooth type and temperature measured

by nanosecond time-resolved fluorescence microscopy. **Arch Oral Biol.**, London, v. 44, n. 4, p. 309-318, Apr., 1999.

MCLAREN, E. A. All-ceramic alternatives to conventional metal-ceramic restorations. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, v. 19, n. 3, p. 307-25, 1998.

MCLAREN, E.A. Luminescent veneers. **J. Esthet. Dent.**, Ontario, v. 9, n. 1, p. 3-12, 1997.

MONSENEGO, G. Fluorescence of natural teeth and a composite. **Chir. Dent. Fr.**, Paris, v. 22, n. 60, p. 37-42, Feb., 1990.

MONSENEGO, G.; BURDAIRON, G. Fluorescence of dental porcelain. **J. Prosthet. Dent.**, v. 69, n. 1, p. 106 -113, 1993.

PANZERI, H. et al. Spectral fluorescence of direct anterior restorative materials. **J. Aust. Dent.**, v. 22, n. 6, p.458-461, 1977.

PAULILLO, L.; SERRA, M. C.; FRANCISCHONE, C. E. Cerâmica em dentes posteriores. **ROBRAC: Rev. Odontol. Bras. Central**, v. 6, p. 37-39, 1997.

POPPI, R. J. **Fluorescência, método instrumentais de análise.** Campinas: UNICAMP-LAQUA-IQM. 2002. Apostila.

PRESTON, J.D. Cor em cerâmica dental. In: SCHARER, P; RINN, L.A.; KOPP, F.R. **Normas estéticas para a reabilitação bucal**. Sao Paulo: Santos, 1986. p.13-26.

PRIEST, G.; LINDICE, L. Tooth color selection and characterization accomplished with optical mapping. **Pract. Periodont. Aesthet. Dent.**, New York, v. 12, n. 5, p. 497-503, June/July 2000.

RAIGRODSKI A.J. All-ceramic full-coverage restorations: concepts and guidelines for material selection. **Pract. Proced. Aesthet. Dent.**, New York, v. 17, n. 4, p. 249-56, 2005.

RAMOS JR, L.; ORTEGA, V. L. Cor, forma e textura em restaurações cerâmicas. In: CARDOSO, R. J. A.; GONÇALVES, E. A. N. **Estética-20° arte, ciência e técnica**. São Paulo: Artes médicas, 2002. p.225-249.

ROSSOW, B.; JOHANSEN, P.E. Dental status in blacklight. **Nor. Tannlaegeforen Tid.**, v. 87, n. 5, p. 218-222, May 1977.

RUDD, K. D.; Some uses of fluorescence in Prosthodontics. **J. Prosthet. Dent.**, St.Louis, v. 18, n. 6, p. 543-549, Dec. 1967.

RUTTEN, L.; RUTTEN, P. Creating Natural Esthetics with CAD/CAM. **Q D T**, Chicago, v. 29, p. 24-42, 2006.

SCHARF, F. Spectrophotometric studies on the fluorescence of dental hard tissues. **Dtsch. Zahnarztl. Z.**, v. 29, n. 9, p. 920-922, Sept. 1974.

SCHENNETTEN, F. Use of fluorescence in dental practice. **Zahnarztl Prax.**, v. 27, n. 7, p. 160-163, Apr. 1976.

SCHENKEL, L.B. **A importância da fluorescência e opalescência nas cerâmicas.** Informativo SINDRODERS, Porto Alegre, p.6-7, abr. 2001.

SENSI, L. **Fluorescence of composite resins: Clinical considerations.** Q D T, Chicago, v. 29, p. 43-53, 2006.

SUNDH A, SJOGREN G. **A comparison of fracture strength of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia ceramic crowns with varying core thickness, shapes and veneer ceramics.** J Oral Rehabil. 2004; 31: 682-8.

TUNG, F.F. **The repeatability of an intraoral dental colorimeter.** J. Prosthet. Dent., StLouis, v. 88, n. 6, p. 585-590, Dec. 2002.

VANINI, L. **Light and color in anterior composite restorations.** Pract. Perio Aesthet. Dent., v. 8, n. 7, p. 673-682, 1996.

VANINI, L. **Determination and communication of color using the five color dimensions of teeth.** Pract. Proced. Aesthet. Dent., New York, v.13, n.1, p.19-26 Jan./Feb. 2001.



VILLARROEL, M.; GOMES, O. M. M.; GOMES, J. C. Fluorescência: uma a vitalidade natural dos dentes humanos. **Rev. Ibero-Am. Odontol. Estet. Dent.**, v. 3, p.397-404, 2004.

WINTER, R. J. Visualizing the natural dentition. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v. 5, n. 3, p. 102-117, May/June 1993.