



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**PROPRIEDADES ÓPTICAS: ESTUDO DAS ALTERAÇÕES
PROVOCADAS POR DIFERENTES MATERIAIS DE
CIMENTAÇÃO**

Trabalho submetido por
Marta Sofia Alves Martins da Rocha Coelho
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**PROPRIEDADES ÓPTICAS: ESTUDO DAS ALTERAÇÕES
PROVOCADAS POR DIFERENTES MATERIAIS DE
CIMENTAÇÃO**

Trabalho submetido por
Marta Sofia Alves Martins da Rocha Coelho
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Francisco Martins

e coorientado por
Mestre Joana Pereira

outubro de 2019

‘No other road, no other way, no day but today’

Jonathan Larson, 1996

AGRADECIMENTOS

No culminar desta etapa, muitos são os que não podem nem devem ser esquecidos pois cada um, à sua maneira, contribuiu para o que sou hoje e para que estes anos tenham sido tão especiais...

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, por ter sido a minha segunda casa durante 7 anos, nesta loucura que foi a conclusão dos cursos de Ciências da Saúde e Medicina Dentária. Obrigada pelo ensino de excelência.

Ao Prof. Doutor Francisco Martins, pela disponibilidade, apoio, partilha de conhecimentos e diligência na orientação deste projeto.

À Prof. Mestre Joana Pereira, por ser incansável, pela disponibilidade e partilha de conhecimentos.

Ao Prof. Doutor José Reis, pela disponibilidade e apoio demonstrados desde o início.

Ao Prof. Doutor António Maçanita, do Instituto Superior Técnico, pela disponibilidade e por me ter aberto as portas do seu laboratório para esta investigação.

Aos meus pais, por desde sempre me proporcionarem a melhor educação possível e pela permanente transmissão de valores. Obrigada pela confiança!

À minha irmã Mariana, pelo incentivo constante que me transmite para querer ser sempre melhor e um exemplo a seguir.

Ao meu incrível amigo e colega de box que poderia ter tido, André Faria, por ser a melhor pessoa a usar a ‘voz interior’ e viver comigo tantas coisas boas desde o primeiro dia, desde há 7 anos. Não teria sido o mesmo sem ti.

Aos amigos e colegas (Joana, Patrícia, André, Chico, Ana, Ana M., Mariana, Filipa, Raquel, Marta, entre outros), incluindo a ‘Fruta no Comando’, pela amizade, por todos os bons e maus momentos, noites de estudo ou de festa e tudo aquilo que levo para a vida.

À minha querida amiga Patrícia, pela amizade, partilhas, apoio, por todas as gargalhadas e por nunca me deixar desistir de nada. Que nos mantenhamos sempre assim.

Ao Edu, pela grande amizade ao longo destes últimos 4 anos, e pela disponibilidade total para me apoiar, tanto a nível académico como pessoal.

E por fim, mas nunca menos importantes, aos meus grandes amigos do mundo do Teatro Musical, pela aventura que é ter-vos na minha vida, pela amizade, carinho, lágrimas, horas infinitas de ensaios, pelo prazer que é pisar o palco com todos vocês, por me incentivarem a ser cada vez melhor em tudo o que faço e respeitarem esta ‘vida dupla’.

A todos....muito, muito obrigada!

RESUMO

Objetivo: Avaliação *in vitro* das alterações da fluorescência da cerâmica de dissilicato de lítio, de duas espessuras diferentes, quando cimentadas com dois materiais de cimentação diferentes.

Materiais e Métodos: 60 discos de cerâmica vítrea de dissilicato de lítio *IPS e.max Press HT* de cor A2 com espessuras de 0,5 e 0,8mm e diâmetro de 12 mm foram produzidas, bem como, 60 discos de resina composta (*FiltekTM Supreme XTE Body Shade cor A3*) com 1mm de espessura, cor A3. Após o polimento e tratamento de superfície da cerâmica, esta foi cimentada à resina composta com cimento de resina *RelyXTM Veneer Cement System A3* e resina flow *G-aenial® Flow A3*. Formou-se 1 grupo controle e 2 grupos de estudo, cimentados com os referidos materiais. O grupo de controle foi cimentado com resina aquecida *FilteKTM Supreme XTE Body cor A3*. Após fotopolimerização, as amostras foram armazenadas por um período de 24h em ambiente controlado, sendo depois avaliadas com um espectrofluorômetro. Os dados foram inseridos no *SPSS* para análise estatística através de um teste *two-way ANOVA*, com um intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$).

Resultados: Na restauração final, relativamente à influência que a espessura da cerâmica tem na intensidade de emissão de fluorescência, verificou-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre espessuras diferentes sendo a de 0,8mm a que apresenta valores mais elevados. Em relação a materiais de cimentação diferentes, também se constatou diferenças estatisticamente significativas na transmissão de fluorescência, sendo o grupo cimentado com *RelyXTM Veneer Cement System A3* aquele que apresenta valores mais elevados.

Conclusões: A intensidade de emissão de fluorescência da restauração é influenciada pelo material de cimentação e pela espessura de cerâmica.

Palavras-chave: Cerâmica; Espessura; Fluorescência; Cimentos de Resina; Flow.

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study is to evaluate in vitro the changes in the intensity of fluorescence emission of ceramic of two different thicknesses when cemented with two different cementation materials.

Materials and Methods: 60 samples of lithium disilicate glass ceramic (IPS e.max Press HT A2 (IPS)) with thicknesses of 0.5 and 0.8mm and 12mm diameter were produced, as well as 60 composite resin discs (Filtek™ Supreme XTE A3 Body Shade) 1mm thick, color A3. After polishing and surface treatment of the ceramic, it was cemented to resin composed of RelyX™ Veneer Cement System A3 resin cement and flow G-aenial® Flow A3 resin. 1 control group and 2 study groups were formed, cemented with said materials. The control group was cemented with heated FilteK™ Supreme XTE Body color A3 resin. After light curing, the samples were stored for a period of 24h in a controlled environment, and then evaluated with a spectrofluorometer. Data were entered into SPSS for statistical analysis using a two-way ANOVA test with a 95% confidence interval ($p < 0.05$).

Results: In the final restoration, regarding the influence that the ceramic thickness has on the fluorescence emission intensity, it was found that there are statistically significant differences between different thicknesses, with 0.8mm showing the highest fluorescence emission intensity values. Regarding different cementation materials, there were also statistically significant differences in fluorescence transmission, with the *RelyX™ Veneer Cement System A3* cemented group having higher values.

Conclusions: The fluorescence emission intensity of the restoration is influenced by the cementation material and the ceramic thickness.

Keywords: Ceramics; Thickness; Fluorescence; Resin cements; Flow

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABELAS.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS	9
LISTA DE ABREVIATURAS.....	10
I. INTRODUÇÃO	11
1. Conceitos Básicos: Cerâmicas	11
1.1 Alguns exemplos da utilização de cerâmica em Medicina Dentária.....	12
1.1.1 Facetas	12
1.1.2 Inlays e Onlays.....	13
1.1.3 Coroas.....	13
2. História da cerâmica em Medicina Dentária.....	14
3. Sistemas de Cerâmica.....	15
3.1. Cerâmicas Vítreas	15
3.2. Cerâmicas com Alumina	16
3.3. Cerâmicas com Zircônia.....	17
4. Propriedades Ópticas	18
4.1. Propriedades ópticas dos dentes naturais.....	18
4.2. Propriedades ópticas das cerâmicas dentárias.....	19
4.3. Cor	20
4.4. Propriedades Ópticas Primárias	22
4.4.1. Valor.....	23
4.4.2. Croma	23
4.4.3. Matiz.....	24
4.5. Propriedades Ópticas Secundárias	24
4.5.1. Translucidez.....	25
5.5.1. Opalescência	25
4.5.3. Fluorescência	26
4.5.3.2. Medição da Fluorescência	26
5. Cimentos em Medicina Dentária.....	27
5.1 Considerações Gerais	27
5.2 Propriedades ópticas dos cimentos	28
5.3 Cimentos de Resina	28
5.3.1 Cimentos de Resina Auto-adesivos.....	28
5.4 Adesão à superfície dentária e cerâmica.....	29

6. Resinas fluídas – Flow.....	29
II. OBJECTIVO.....	31
III. HIPÓTESES DE ESTUDO	31
IV. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
V. RESULTADOS.....	43
1. Intensidade da emissão de fluorescência antes da cimentação	43
2. Intensidade da emissão de fluorescência após cimentação.....	46
VI. DISCUSSÃO	49
VII. CONCLUSÃO	55
1. Relevância clínica	56
2. Perspectivas futuras.....	56
VIII.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Blocos de cerâmica *IPS e.max Press HT* de cor A2 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e exemplificação de corte para obtenção de discos (Imagens cedidas pela Mestre Joana Pereira).....33
- Figura 2:** Resina Composta *Filtek™ Supreme XTE Body A3,5* (3M ESPE, Minnesota, USA), utilizada na obtenção dos discos de resina.....33
- Figura 3:** Disco de cerâmica (A), após aplicação do protocolo de tratamento de superfície de restauração indirecta, e disco de resina (B).....38
- Figura 4:** A: *RelyX™ Veneer Cement System* de cor A3 (3M ESPE, Minnesota, USA); B: *G-aenial® Flow* de cor A3 (GC CORPORATION, Tokyo, Japan).....38
- Figura 5:** Peso usado para a pressão constante durante a cimentação e fotopolimerizador *Elipar S10 Led* (3M ESPE, Seefeld, Germany).....40
- Figura 6:** Espectrofluorómetro *SPEX Fluorolog 2121*, durante leitura de amostras.....40
- Figura 7:** A: Suporte para amostra; B: Câmara de colocação das amostras, antes de se encontrar isolada de luz, para leitura no espectrofluorómetro; C: Computador com a leitura intensidade de emissão de fluorescência.....41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Composição e indicação clínica dos materiais utilizados na formação dos discos de resina composta e discos de cerâmica.....	34
Tabela 2: Protocolo de tratamento de superfície de cerâmica segundo (Turgut, Bağış, Korkmaz, & Tamam, 2014).....	36
Tabela 3: Composição e indicação clínica dos materiais utilizados no protocolo de tratamento de superfície de Restauração Indirecta (cerâmica).....	37
Tabela 4: Composição e indicação clínica dos cimentos utilizados na cimentação das amostras cerâmica-resina.....	39
Tabela 5: Distribuição das amostras - Grupos e números de amostras de Controlo e Estudo, consoante espessura do material (cerâmica ou Rc).....	41
Tabela 6: Intensidade da emissão de fluorescência da cerâmica de cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, antes da cimentação, em u.a.....	43
Tabela 7: Intensidade da emissão de fluorescência do compósito, correspondente a cada grupo (controlo e estudo), antes da cimentação, em u.a.....	45
Tabela 8 : Intensidade da emissão de fluorescência após cimentação, correspondente a cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, em u.a.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Intensidade da emissão de fluorescência da cerâmica, correspondente a cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, antes da cimentação, em u.a.....44

Gráfico 2: Intensidade da emissão de fluorescência do compósito, correspondente a cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, antes da cimentação, em u.a.....46

Gráfico 3: Intensidade da emissão de fluorescência após cimentação, correspondente a cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, em u.a.....47

Gráfico 4: Ordem decrescente de intensidade de emissão de fluorescência dos grupos de estudo, após cimentação.....48

LISTA DE ABREVIATURAS

Al₂O₃: Óxido de alumínio

BHT: Hidroxitolueno butilado

BisEMA: Bis-fenol etoxilado de dimetacrilato

BisMEPP: Bisfenol-A-dimetacrilato etoxilado

Bis-GMA: Bisfenol α -glicidil metacrilato

CIE: Comissão Internacional de l'Eclairage

h: Horas

H₃PO₄: Ácido Ortofosfórico

HEMA: 2-Hidroxietil metacrilato

HF: Ácido Fluorídrico

K₂O: Óxido de Potássio

Li₂O: Óxido de Lítio

mm: Milímetros

MgO: Óxido de Magnésio

min: Minutos

N: Newton

nm: Nanómetros

P₂O₅: Pentóxido de Fósforo

rpm: Rotações por minuto

Rc: Resina Composta

s: Segundos

SiO₂: Óxido de Sílica

TEGDMA: Trietileno glicol dimetacrilato

UDMA: Uretano dimetacrilato

UV: Ultravioleta

u.a: Unidades arbitrárias

ZnO: Óxido de Zinco

ZrO₂: Óxido de Zircónio

μ m: Micrómetros

°C: Graus Celsius

%: Percentagem

I. INTRODUÇÃO

1. Conceitos Básicos: Cerâmicas

A palavra cerâmica provém do termo grego “keramiké”, que deriva de "keramos", e significa "arte queimada", mais especificamente, um material produzido por queima a altas temperaturas. A cerâmica é um composto inorgânico, geralmente de natureza silicatada, e pode ser definido como uma combinação de um ou mais elementos metálicos ou semi-metálicos (alumínio, magnésio, sódio, zircónia, lítio, potássio, cálcio, silício, estanho, titânio) com um elemento não metálico, normalmente oxigénio (Madhavan & Anand, 2015; McLaren & Figueira, 2015).

As cerâmicas dentárias são também caracterizadas como vidros, sendo compostas por feldspato, quartzo, alumina e caulino. Apresentam duas fases: uma fase cristalina (que confere as propriedades ópticas e mecânicas) rodeada por uma fase vítrea (formada por feldspato fundido a óxidos metálicos), sendo esta última responsável pela viscosidade e expansão térmica da cerâmica (Conrad, Seong, & Pesun, 2007; Shiraishi, Wood, Shinozaki, & Van Noort, 2011).

A sua estrutura cristalina contém ligações iónicas e covalentes fortes que lhe concedem estabilidade. No entanto, e devido a essas ligações, a cerâmica tem uma estrutura frágil, ou seja, tende a fraturar sob tensões de tração, apesar de possuir boa resistência a tensões compressivas. A sua resistência à fadiga desempenha um papel importante na durabilidade e longevidade das restaurações (Madhavan & Anand, 2015; McLaren & Figueira, 2015; Motro, Kursoglu, & Kazazoglu, 2012).

A cerâmica dentária representa uma das quatro principais classes de materiais utilizados para a reconstrução de dentes cariados, danificados, ausentes por doença ou trauma e correções anatómicas, quer sejam estruturais ou a nível do esmalte (em casos em que existe uma severa descoloração). As outras três classes são constituídas por metais, polímeros e compósitos (Archegas, Freire, Vieira, Caldas, & Souza, 2011; Kelly, 1997; Madhavan & Anand, 2015).

A cerâmica é caracterizada pela sua dureza, por ter baixa condutividade térmica e eléctrica, estabilidade da cor, longevidade, biocompatibilidade, suscetibilidade a fraturas, natureza refratária, por ser químicamente inerte, pela sua capacidade de se apresentar na forma de uma superfície lisa (minimizando a adesão de placa bacteriana e, subsequentemente, a inflamação periodontal) e apresentar resultados estéticos positivos (Conrad, Seong, & Pesun, 2007; Sarikaya & Güler, 2011).

A translucidez, cor e outras propriedades dos materiais cerâmicos assemelham-se bastante às dos dentes naturais. Por ser um material com baixa maleabilidade e ligeiramente friável, está contraindicado em regiões de elevado *stress* mastigatório, sendo que a incorporação de óxidos poderá conferir a resistência necessária (Conrad, Seong, & Pesun, 2007; Sarikaya & Güler, 2011). Existem diversos factores que podem influenciar essa resistência: o próprio material utilizado, a resistência adesiva, a espessura da coroa e o *design* da restauração, bem como as técnicas adesivas e as características do material de suporte (Conrad et al., 2007).

Em medicina dentária, a cerâmica é amplamente utilizada na confecção de postes de cerâmica, pilares de implantes, facetas sobre subestruturas metálicas, dentes, coroas, e pontes, sendo bastante usados no sector anterior devido à sua transmissão de luz (Madhavan & Anand, 2015; Motro et al., 2012).

1.1 Alguns exemplos da utilização de cerâmica em Medicina Dentária

1.1.1 Facetas

Durante muitos anos, a correcção estética mais previsível e duradoura dos dentes anteriores foi alcançada por coroas de cobertura total; no entanto, essa abordagem não é considerada conservadora devido à remoção considerável de grandes quantidades de estrutura dentária sólida e possíveis efeitos adversos na polpa e nos tecidos periodontais. Assim, o grande progresso na capacidade de adesão ao esmalte e à dentina foi obtido com a introdução de sistemas adesivos com ataque ácido, e com várias etapas, levando a uma técnica restauradora menos invasiva na melhoria da estética dentária (Li, 2019).

O uso mais simples de cerâmica envolve a ligação adesiva: as facetas. Idealmente, estas devem ser peças finas e translúcidas, neste caso, de cerâmica, com espessuras normalmente compreendidas entre 0,5 a 0,8 mm. Quando se trata de facetas cerâmicas, deve-se evitar a redução excessiva de esmalte para se manter a força de união entre o dente e a faceta, bem como, conservar a estrutura dentária (Li, 2019).

A cor final da restauração acaba por ser uma combinação da cor da faceta e do substrato dentário, sendo que os cimentos dentários também podem ter influencia nesta propriedade (Li, 2019).

1.1.2 *Inlays e Onlays*

Para além das facetas, a cerâmica pode ainda ser usada em diversos procedimentos clínicos. Um deles é o caso dos *inlays* e *onlays*. Trata-se da união de pequenas peças cerâmicas às superfícies de mastigação dos dentes posteriores. Tanto no caso das facetas como em *inlays/onlays*, a alta resistência da cerâmica à tração e a tenacidade à fractura parecem ser critérios menos importantes para o sucesso clínico do que o potencial estético, o ajuste ao dente preparado e a capacidade de ser selectivamente condicionada por ácido para formar características retentoras de forma micro-mecânica (Kelly, 1997).

Quando os polímeros de resina foram introduzidos na Medicina Dentária, na década de 1940, os *inlays* em cerâmica perderam popularidade até que as limitações das restaurações a resina composta se tornaram aparentes. Especificamente, o desgaste e a descoloração limitaram a longevidade das primeiras restaurações de resina composta (Burke, 2012).

1.1.3 Coroas

As coroas são essencialmente peças cerâmicas de forma cilíndrica, com paredes finas (1,0 a 2,5 mm de espessura), fechadas na superfície de mastigação, e com a forma o mais idêntica possível ao dente. As dimensões das paredes das coroas são limitadas por considerações biológicas que envolvem a saúde dos tecidos moles e a vitalidade dos dentes. As coroas podem ser compostas por cerâmica fundida com subestruturas

metálicas ou cerâmicas de alta resistência, podendo ainda ser exclusivamente constituídas por cerâmica, tornando a restauração mais estética. Os dentes perdidos são frequentemente substituídos pela integração de duas ou mais coroas com o dente de substituição numa prótese contínua (prótese parcial fixa, quotidianamente denominada de ponte). As propriedades estruturais, incluindo resistência à tração, tenacidade à fratura e resistência às forças de mastigação ou ao acto de trincar, geralmente são consideradas importantes para determinar a durabilidade clínica das próteses totalmente cerâmicas (Kelly, 1997).

Actualmente, as cerâmicas dentárias são reforçadas com a adição de cristais como a alumina, o dissilicato de lítio, a leucite e a Zircónia (Conrad et al., 2007).

2. História da cerâmica em Medicina Dentária

A cerâmica foi usada com sucesso pela primeira vez na Medicina Dentária em 1774, por um farmacêutico parisiense, Alexis Duchateau, com a assistência de um dentista, Nicholas Dubois de Ch'lemant, fabricando as primeiras próteses de cerâmica, para substituir as suas próprias próteses de marfim, numa época em que substituições coloridas de dentes eram feitas também de osso, madeira, dentes de animais ou dentes extraídos (obtidos de ‘‘dadores’’ humanos). Embora inicialmente tenham sido bastante apreciadas pelas suas qualidades higiénicas, as cerâmicas antigas não replicavam fielmente as características ópticas dos dentes naturais, o que comprometia a estética (Kelly, 1997).

Em 1887, Charles H. Land, um dentista de Detroit, EUA, fabricou a primeira coroa de cerâmica e recebeu uma patente pela sua técnica de restauração, o que veio aumentar o interesse, por parte de médicos e doentes, em materiais não metálicos e biocompatíveis (Burke, 2012; Conrad et al., 2007).

Em 1965, McLean foi pioneira no conceito de adição de Al_2O_3 à porcelana feldspática de modo a melhorar as propriedades mecânicas e físicas. As deficiências clínicas desses materiais, tais como, a fragilidade, propagação de fissuras, a baixa resistência à tração, resistência ao desgaste e precisão marginal continuaram a limitar o seu uso (Conrad et al., 2007).

Embora a primeira aplicação biomédica da zircónia tenha ocorrido em 1969, o primeiro artigo sobre o seu uso na produção de cabeças femorais artificiais foi escrito por Christel, em 1988, sendo que as suas aplicações expandiram-se para a medicina dentária no início dos anos 90 e incluíram postes endodônticos, implantes e pilares de implantes, *brackets* ortodônticos, núcleos para coroas e estruturas fixas de próteses parciais (Conrad et al., 2007).

Em 1980, devido à introdução de coroas totalmente cerâmicas, foi possível alcançar resultados mais estéticos. Foram introduzidos sistemas cerâmicos avançados, com métodos de processamento inovadores, o que acabou por estimular o interesse por próteses totalmente cerâmicas. Assim, em finais do século XX, vários sistemas foram introduzidos no mercado, de modo a proporcionar a confecção de restaurações cerâmicas sem metal, aproximando-as cada vez mais de um adequado resultado estético, com alta estabilidade de cor e capacidade de reprodução de uma forma mais eficaz as características ópticas dos dentes naturais (Kelly, 1997).

3. Sistemas de Cerâmica

As cerâmicas podem ser classificadas tendo em conta a sua composição química (vitreas, com alumina e com Zircónia), o seu processo de fabrico (pó e líquido, injetáveis, CAD-CAM, entre outros), aplicação clínica (*inlays*, *onlays*, coroas unitárias, facetas, pontes, entre outras) ou temperatura de fusão (Conrad et al., 2007).

3.1. Cerâmicas Vítreas

Em 1991, foi introduzida a cerâmica feldspática *VitaBlocs â Mark II* (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) para o sistema *CEREC* (Siemens AG, Bensheim, Germany) com grão mais fino que a *Vita Mark I*. A adição de ácido fluorídrico melhora a sua retenção micromecânica para cimentação adesiva com cimentos de resina por ser composta por óxido de alumínio e de sílica (Conrad et al., 2007).

O sistema *IPS Empress 2* (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) é utilizado na confecção de coroas unitárias de revestimento total, na região anterior. Consiste numa cerâmica vítrea com dissilicato de lítio, confeccionada através da combinação das técnicas de cera perdida e termo-pressão. Uma pastilha de cerâmica vítrea é plastificada a 920°C e injectada num molde sob vácuo e pressão (Conrad et al., 2007).

O sistema *IPS e.max Press* (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), uma cerâmica vítrea reforçada com dissilicato de lítio, foi introduzida em 2005, sendo considerada melhor que a do sistema referido anteriormente. A sua composição é idêntica mas possui melhor translucidez e boas propriedades físicas (Conrad et al., 2007).

Mais tarde, em 1998, foi criada uma cerâmica reforçada por leucite, o *IPS ProCAD* (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), semelhante ao primeiro sistema apresentado, mas com partículas de menor tamanho. Foi avaliada em vários tons sendo que possui uma linha específica para a região anterior (Conrad et al., 2007).

3.2. Cerâmicas com Alumina

Em 1989, foi introduzido o *In-Ceram Alumina* (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) e foi o primeiro sistema de cerâmica pura disponível para reabilitações unitárias. Apresenta um núcleo de cerâmica de alta resistência fabricado pela técnica de *slip-casting*. O *coping* é revestido por cerâmica feldspática (Conrad et al., 2007).

Em 1994, apareceu o sistema *In-Ceram Spinell* (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) como uma alternativa ao anterior. Contém uma mistura de magnésio e alumina com o objectivo de aumentar a translucidez. Está apenas recomendado para coroas anteriores devido ao facto de possuir pouca resistência (Conrad et al., 2007).

Mais tarde, foi introduzido o *Synthoceram* (CICERO Dental Systems, Hoorn, The Netherlands). Este possui um núcleo de cerâmica vítrea reforçada com óxido de alumínio,

com alta resistência, sendo fabricada pela tecnologia *CICERO* (*Computer Integrated Ceramic Reconstruction*) (Conrad et al., 2007).

In-Ceram Zirconia (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) é uma técnica modificada do sistema original *In-Ceram Alumina*, com adição de 35% de óxido de zircônio de modo a servir de reforço para a cerâmica. Como é opaco e sem translucidez, só está indicado para coroas posteriores (Conrad et al., 2007).

Por fim, o sistema *Procera* (Nobel Biocare AB, Goteborg, Sweden) possui *copings* com 99,9% de óxido de alumínio puro. Combinado com uma cerâmica de baixa fusão, apresenta a maior resistência dos sistemas de cerâmica com alumina e a sua resistência é apenas inferior à da zircônia (Conrad et al., 2007).

3.3. Cerâmicas com Zircônia

As cerâmicas de óxido de Zircônia são compostas, na sua maioria, por óxido de Zircônia (que é um material policristalino, com estrutura tetragonal parcialmente estabilizada, o que confere resistência e dureza) e óxido de ítrio (que oferece estabilidade à estrutura tetragonal deste material). Assim, e de modo a aumentar a resistência e durabilidade de peças confeccionadas com zircônia, é necessário que esta se encontre estável à temperatura ambiente e na fase tetragonal. Isto só é possível adicionando óxido de ítrio (Conrad et al., 2007).

Existem diversos sistemas para a confecção das cerâmicas com Zircônia: sistema *Denzir* (Decim AB, Skelleftea, Sweden) - *inlays* de cerâmica através de blocos sintetizados de óxido de ítrio, sistema *LAVA™* - resistente à fratura e flexão mas com pouca elasticidade; o sistema *Cercon* (Dentsply Ceramco, York, Pa) e o sistema *DCS Precident* (DCS Dental AG, Allschwil, Switzerland), que utiliza cerâmica DC Zirkon sintetizada e parcialmente estabilizada com 5% óxido de ítrio (Conrad et al., 2007).

4. Propriedades Ópticas

Os avanços tecnológicos vieram permitir tratamentos conservadores e esteticamente bem-sucedidos, especialmente na região anterior. Assim sendo, um desafio significativo na estética é combinar as propriedades ópticas dos dentes naturais com as das restaurações (Bagis & Turgut, 2013).

4.1. Propriedades ópticas dos dentes naturais

O comportamento óptico de um dente varia consoante as diversas estruturas que o constituem (dependendo da espessura da dentina e do esmalte) e de diversos factores, tais como a absorção, dispersão e transmissão da luz, translucidez, opacidade e brilho do substrato (Catelan et al., 2015; Joiner et al., 2008; Kang, Park, Kim, Kim, & Kim, 2018; Rafael et al., 2017).

O esmalte pode transmitir 70% da luz, através de uma secção com uma espessura de 1mm, sendo bastante translúcido. O facto de ser composto quase na sua maioria por hidroxiapatite (97%), enquanto a dentina apenas contém 70%, faz com que esta seja menos transparente, transmitindo apenas 30% da luz, numa secção com a mesma espessura, e que seja a primeira fonte de luz interna refletida que irá ser transmitida através do esmalte (Joiner et al., 2008).

Num estudo realizado em 1995, foi medida a propagação de luz no esmalte e na dentina e constatou-se que no esmalte, os cristais de hidroxiapatite contribuem significativamente para a dispersão de luz e na dentina são os túbulos que causam este fenómeno (Young-Keun Lee, 2015).

Por outro lado, o facto da dentina ser três vezes mais fluorescente que o esmalte faz com que esta seja responsável pela maior parte do comportamento de fluorescência observado nos dentes naturais (Rafael et al., 2017).

Quando estes são expostos à luz ultravioleta (UV), a luz penetra no esmalte e excita a fotosensibilidade da dentina, verificando-se emissão de fluorescência, com uma faixa de espectro que varia de branco a intensa luz azul (com comprimento de onda menor que 400 nm), que é responsável pela característica mais clara e brilhante do dente (dando-lhe vitalidade), enquanto à luz do dia se apresenta branco-amarelada. A responsabilidade por esse fenómeno recai sobre a dentina, que possui uma fluorescência muito mais intensa que o esmalte (três vezes mais fluorescente), devido à presença de uma quantidade maior de pigmento orgânico fotossensível aos raios UV. Assim, alterações dentárias relacionadas à idade, que alteram a coloração dentinária, também afetam a fluorescência do dente (Joiner et al., 2008; Y.-K. Lee, 2015a).

Os materiais restauradores estéticos devem ter fluorescência suficiente para dar uma aparência natural à restauração em diferentes condições de luz. Para além disso, devem também ser capazes de iluminar as áreas gengivais onde estão localizadas as interfaces entre o dente e a restauração, diminuindo, por exemplo, a área acinzentada típica das próteses fixas metalocerâmicas (Catelan et al., 2015; Rafael et al., 2017).

Ao longo da vida de cada indivíduo, é inevitável que existam alterações próprias do envelhecimento dos tecidos. O esmalte, a dentina e a polpa sofrem alterações visíveis que influenciam, conseqüentemente, a fluorescência dos dentes; o esmalte torna-se mais mineralizado, devido à absorção de iões da saliva e dos alimentos, e a dentina torna-se mais espessa (à medida que a polpa diminui de volume, devido à deposição de dentina secundária) e menos permeável (como resultado da deposição de dentina peritubular). Estas alterações aumentam a saturação cromática da dentina e reduzem a sua opacidade. Assim, as alterações estruturais relacionadas com o envelhecimento alteram a fluorescência e a expressão da cor do dente uma vez que esta é determinada pelo caminho da luz no interior do mesmo e a sua respectiva absorção. (Joiner et al., 2008; Y.-K. Lee, 2015a).

4.2. Propriedades ópticas das cerâmicas dentárias

A evolução de sistemas cerâmicos permitiu o aparecimento de materiais mais estéticos com capacidade de simular os dentes naturais, ainda que exista alguma dificuldade em combinar todas as características do esmalte e da dentina de forma exemplar. A cor dentária é influenciada por diversos factores tais como a distribuição da energia do

espectro da luz ambiente, a sensibilidade dos olhos do observador e a cor do substrato, sendo que tudo isto influencia a absorção, reflexão e transmissão da luz. Em conjunto, criam a cor final que é transmitida e distribuída por toda a superfície dentária. A cor final da restauração cerâmica vai depender do grau de opacidade e espessura do material, do tipo de cerâmica, da cor do remanescente dentário, da textura da superfície, do polimento e da cor e opacidade dos agentes de cimentação. Para além disto, a natureza química da cerâmica, o tamanho das partículas dos cristais e as características ópticas (fluorescência, opalescência e translucidez), sendo intrínsecas ao material, vão ter um papel importante no resultado final: reproduzir fielmente as estruturas dentárias (Ahn & Lee, 2008; Barizon et al., 2014; Niu, Agustin, & Douglas, 2014; Pires Novais, Araújo, & Pegoraro, 2017).

A opacidade está diretamente relacionada com a dentina que, sendo um tecido opaco, reflete a luz novamente. Por outro lado, o esmalte comporta-se como um objecto translúcido, permitindo a passagem da luz, o que permite a visualização da dentina, além de propiciar a dispersão da luz no comprimento de onda do azul através de seus cristais de hidroxiapatite (Joiner et al., 2008).

Assim, não há produtos dentários de cerâmica que possam exibir simultaneamente características de opacidade e translucidez num único material. Desta forma, os fabricantes ofereceram cerâmica para construção de infraestrutura, cobertura cerâmica opaca para a construção da dentina e esmaltes translúcidos de modo a que sejam utilizados nas técnicas de estratificação (Joiner et al., 2008; Volpato, Monteiro, de Andrada, Fredel, & Petter, 2009).

4.3. Cor

A reprodução da cor de um dente anterior, considerado um dos parâmetros mais importantes para o sucesso de uma restauração, apresenta-se como um dos maiores desafios em dentisteria estética, tornando-a um tópico importante não só para os profissionais de saúde como também para os doentes que querem ver os seus sorrisos realçados (Ishikawa-Nagai, Yoshida, Sakai, Kristiansen, & Da Silva, 2009; Joiner et al., 2008).

O fenómeno da cor corresponde ao comportamento de um corpo com a incidência da luz no mesmo, ou seja, é uma resposta psicofísica à interacção da luz com um objecto, sendo refletida ou transmitida. Assim, podemos afirmar que sem a luz não existem cores, sendo que esta é a fonte das mesmas. A percepção da cor pode ser influenciada por três factores: a fonte de luz (natureza intensidade e ângulo de incidência), o objecto visualizado e o observador que visualiza o objecto, sendo uma experiência subjectiva de um indivíduo, dependendo da sua percepção visual; mesmo que dois objectos aparentem ter a mesma cor, com diferentes iluminações podem apresentar cores distintas. A iluminação pode ser proveniente de uma fonte de luz natural ou artificial e, de acordo com a sua origem, pode alterar a cor observada de um objecto. Este fenómeno, que ocorre em função da energia de diferentes fontes de luz, é conhecido como metamerismo (Dias et al., 2017; Hirata, Ampessan, & Liu, 2001; Joiner et al., 2008; Volpato et al., 2009; Yamamoto, Hosoya, Tsumura, & Ogawa-Ochiai, 2012).

No caso dos dentes, a cor é influenciada pela combinação de colorações intrínsecas e extrínsecas. A dispersão e absorção de luz no esmalte e dentina dão origem à coloração intrínseca do dente e, tendo em conta que o esmalte é relativamente translucido, as propriedades da dentina têm um papel determinante na cor final do dente. A coloração extrínseca ou pigmentação está relacionada com a absorção dos materiais e é potenciada por elementos externos na superfície do esmalte como, por exemplo, chá, vinho tinto, café, tabaco, clorhexidina, entre outros, e, em particular, em zonas com difícil acesso no momento da escovagem (Azer, Rosenstiel, Seghi, & Johnston, 2011; Joiner et al., 2008; Mundim et al., 2011; Turgut & Bagis, 2011).

Com a crescente exigência dos padrões estéticos e clínicos, surgiram vários métodos de avaliação e selecção da cor. A selecção visual da mesma, por comparação do dente com escalas, é o método mais utilizado em medicina dentária, sendo considerado hoje em dia o referencial. Baseia-se, essencialmente, na utilização de uma escala padronizada (escala *VITA Classical*® (Vita, Zahnfabrik, Sackingen, Alemanha)), composta por amostras representativas da média de cores presentes na dentição humana. Embora sejam universalmente aceites para a identificação e comunicação da cor dentária, as escalas apresentam várias limitações uma vez que o material e a estrutura são diferentes dos dentes naturais. Para além disto, a sua maioria possui uma variedade de guias que não é consistente com a gama de cores dos dentes naturais (Dias et al., 2017).

Assim sendo, uma restauração correspondente é confeccionada usando cerâmica de várias tonalidades para reproduzir a tonalidade de um dente natural. O método de medir objetivamente a tonalidade envolve o uso de um sistema de cores como os sistemas Munsell, vermelho-verde-azul (RGB) e o da Comissão Internacional de l'Eclairage (CIE). Entre eles, o CIELab é o sistema de cores mais utilizado para materiais dentários e foi definido em 1976. Este suporta a teoria aceita da percepção de cores baseada em três receptores de cor separados no olho humano (vermelho, verde e azul) e, segundo este, existem três eixos de cor (L^* , a^* e b^*) (Joiner et al., 2008; Kang et al., 2018; Volpato et al., 2009).

No eixo tridimensional deste sistema, L^* corresponde à coordenada de luminosidade do objecto e a^* e b^* indicam as coordenadas de cromaticidade/saturação. Quando a coordenada a^* é positiva, a cor do objeto tende para vermelho e quando é negativa, a tendência é verde. Já em relação à coordenada b^* , esta indica a direção para amarelo, se positiva, ou azul, se negativa (Ahn & Lee, 2008; Dias et al., 2017; Ishikawa-Nagai et al., 2009; Joiner et al., 2008; Niu et al., 2014; Volpato et al., 2009).

A vantagem do sistema CIELab é o facto de as diferenças de cor poderem ser expressas em unidades que podem estar relacionadas com a percepção e é possível extrapolar essa percepção para um nível clínico (Joiner et al., 2008; Volpato et al., 2009).

4.4. Propriedades Ópticas Primárias

Em 1936, Munsell (O'Brien et al., 1989) descreveu as três dimensões da cor para objetos opacos: matiz (saturação/pigmentação), croma (intensidade) e valor (brilho/luminosidade). Esta linguagem ficou conhecida em todo o mundo, sendo que se tornou importante entender o conceito tridimensional das cores para realizar análises visuais e instrumentais (Magne & Belser, 2002; Volpato et al., 2009).

4.4.1. Valor

As palavras valor e brilho são sinónimas e correspondem à quantidade total de luz reflectida por um objeto iluminado. O valor trata-se da propriedade mais importante clinicamente para o profissional em dentisteria restauradora (Fondriest, 2014).

Se diminuirmos o valor, haverá uma diminuição de luz que retorna do objecto iluminado; mais luz vai ser absorvida, dispersa ou transmitida por esse objecto. Um bom exemplo é o brilho do branco total, representado pelo valor máximo na escala de intensidade (100), enquanto o preto mostra o valor absoluto de 0 ou a total ausência de luz (Fondriest, 2014; Volpato et al., 2009).

Em Medicina Dentária, a utilização, por exemplo, de coroas cerâmicas com menos croma (concentração da cor) e mais reflexão da superfície do objecto pode aumentar o brilho de superfície (Fondriest, 2014).

O valor faz com que o terço médio seja mais brilhante que os terços cervical e incisal, sendo que o que apresenta menos brilho, terá assim menor valor. As características de brilho e translucidez funcionam em oposição uma à outra (Fondriest, 2014; Hirata et al., 2001; Magne & Belser, 2002).

O maior problema deste componente é o facto do médico dentista ser obrigado a conhecer o comportamento dinâmico de cada marca e tipo de resina para que, a nível de opacidade/translucidez se consiga o resultado pretendido em cada restauração (Hirata et al., 2001).

4.4.2. Croma

O Croma indica a pureza da cor, correspondendo ao grau de saturação e intensidade da mesma. Quando um pigmento é colocado, por exemplo, em água, a mistura assume a tonalidade do pigmento adicionado. Cada vez que se adiciona mais pigmento, a saturação e intensidade da cor aumentam, mas a mistura mantém o mesmo tom. À medida que a água se torna mais saturada com o pigmento, a mistura fica mais escura, sendo que o aumento no croma tem uma alteração correspondente no valor. Assim, a saturação

aumenta à medida que o objecto, ou neste caso a água, se torna mais escura/saturada. Por exemplo, vermelho é um matiz saturado, enquanto rosa é o mesmo matiz, mas menos saturado. Podemos afirmar que à medida que o croma aumenta, o valor diminui. Estas propriedades estão inversamente relacionadas (Fondriest, 2014; Hirata et al., 2001; Volpato et al., 2009).

O croma de um dente natural vem principalmente da dentina, e a espessura e a opacidade do esmalte sobrejacente determinam quanta influência cromática a dentina tem. Quando o esmalte é fino no terço gengival, mas grosso incisalmente, é criado um gradiente de croma. Seguindo a escala *VITA Classical*® (Vita, Zahnfabrik, Sackingen, Alemanha) a croma assume valores de 1 a 4, possuindo variações que podem abranger faixas até 6, 5 e 7; traduz-se assim numa escala gradual de saturação (Fondriest, 2014; Hirata et al., 2001).

4.4.3. Matiz

O matiz é definido como a faixa dominante de comprimentos de onda no espectro visível que produz uma cor que é percebida. Como o matiz é uma interpretação biológica e psicológica da combinação dos comprimentos de onda refletidos de volta de um objeto para o observador, o comprimento de onda exato da cor percebida pode nem estar presente. Esta característica distingue cores: vermelho do verde ou do azul. Quanto menor a intensidade do matiz, mais difícil é distinguir. Em resinas compostas, seguindo a escala *VITA Classical*® (Vita, Zahnfabrik, Sackingen, Alemanha), o matiz está representado pelas letras A, B, C e D (Fahl & Denehy, 2015; Fondriest, 2014; Hirata et al., 2001).

4.5. Propriedades Ópticas Secundárias

Para se atingir sucesso clínico em restaurações cerâmicas, é importante que estas três propriedades estejam presentes (Joiner et al., 2008).

4.5.1. Translucidez

A translucidez pode ser expressa como um coeficiente de transmissão ou como uma quantidade relativa de luz que passa pela unidade de espessura do material. Assim, esta propriedade indica-nos a quantidade e a qualidade da reflexão da luz (Joiner et al., 2008).

Existem algumas diferenças na translucidez do esmalte e da dentina. A translucidez do esmalte varia tendo em conta o ângulo de incidência, brilho de superfície, comprimento de onda e nível de desidratação. A luz deve atravessar os processos odontoblásticos e rodear a estrutura, de forma a ser transmitida pela dentina e a espessura desta, vai tornar a estrutura mais ou menos translúcida. O terço incisal mostra-se mais translúcido pois a espessura de dentina é mais fina nesta zona do que no terço cervical (Joiner et al., 2008).

5.5.1. Opalescência

A opalescência é uma propriedade óptica relacionada com a dispersão dos comprimentos de onda mais curtos da luz visível, dando um aspecto azulado/acinzentado ao objecto na luz reflectida, e uma aparência laranja-acastanhada na luz transmitida. Quando o índice de refração constante entre duas substâncias é excedido, o objecto pode emitir cores brilhantes de opalescência (Cho, Yu, & Lee, 2009).

O esmalte atua como um filtro e tem a capacidade de encaminhar seletivamente as ondas longas, enquanto, ao mesmo tempo, reflete as ondas curtas. Devido a essa reflexão, o esmalte incisal pode ser visto como sendo de cor branco azulado. Quando ondas longas que estavam a ser transmitidas se relacionam com a dentina e são refletidas de volta, estas conferem ao esmalte uma tonalidade mais alaranjada (um efeito conhecido contra-opalescência) (Cho et al., 2009).

Na cerâmica, os efeitos da contra-opalescência e opalescência são obtidos usando diferentes esmaltes opalescentes. Alguns têm uma cor azulada e outros uma cor laranja, dependendo da adição de pigmentos ao pó cerâmico. No momento da construção da prótese, a técnica de laboratório estratifica o esmalte em camadas, de acordo com a

natureza óptica do dente, garantindo a combinação de efeitos estéticos em relação também à fluorescência (Cho et al., 2009; Joiner et al., 2008).

4.5.3. Fluorescência

A fluorescência é a propriedade óptica responsável pela percepção da “vitalidade dentária”. Este fenómeno ocorre quando a luz, com um curto comprimento de onda (invisível ao olho humano), é absorvida por um material e posteriormente refletida com um comprimento de onda maior na região do visível. A fluorescência é, portanto, uma consequência da interação da luz com os átomos presentes na superfície do material (Rafael et al., 2017).

4.5.3.2. Medição da Fluorescência

Existem diferentes métodos que podem ser usados para medir a fluorescência. Alguns deles usam fotografias do material sob luz UV, obtendo-se resultados qualitativos, bastante subjetivos e dependentes de muitos fatores, como o tipo de câmara utilizada, tipo de *flash* ou luz e o observador. Como métodos alternativos, mais objectivos e científicos, existem os espectrofotómetros resultando em medições quantitativas, não possuindo as mesmas limitações que os métodos anteriores (Rafael et al., 2017).

Os espectrofluorómetros são equipamentos científicos padronizados que combinam e medem cores, fornecendo informações sobre a curva de refletância em função do comprimento de onda. Trata-se de um fenómeno óptico em que uma substância é energeticamente excitada, quando exposta a luz com comprimentos de onda entre os 350 e 400 nanómetros (nm), levando à elevação dos electrões da camada mais externa dessa substância para órbitas de maior conteúdo energético. Quando existe retorno por parte dos electrões ao seu estado fundamental, são emitidos fotões de energia sob a forma de luz. A quantidade de luz refletida a partir de uma amostra é medida para cada comprimento de onda no espectro visível (Jain et al., 2013; Joiner et al., 2008).

Estão entre os instrumentos mais precisos para medir a cor em medicina dentária, sendo considerados 33% mais eficientes que a observação visual e tem um sucesso de 93,9% na determinação da cor (Jain et al., 2013; Joiner et al., 2008).

A descoloração pode ser avaliada visualmente ou também com os dispositivos de medição de cores, referidos anteriormente (Targut & Bagis, 2011).

Os instrumentos foram projetados para uso clínico, a fim de seleccionar a cor na boca e transmitir os dados para um laboratório, controlando o resultado para restaurações diretas e indiretas, branqueamento dentário e minimizar a percepção visual subjetiva. Os dentes devem estar limpos e secos para capturar a cor (a presença de placa e saliva pode afetar a cor real registada pelo equipamento), a sonda deve tocar perpendicularmente na área seleccionada e devem ser efectuadas, no mínimo, três leituras nos terços cervical, médio e incisal dos tecidos dentários (Joiner et al., 2008).

5. Cimentos em Medicina Dentária

5.1 Considerações Gerais

Como já referido anteriormente, existem diversos factores que influenciam a aparência final de uma restauração sendo que os principais são a cor do dente preparado, a cor da própria restauração e a cor do material de cimentação (Pegoraro et al., 2007).

O uso de restaurações indirectas, tendo como meio de retenção cimentos de resina, é das práticas mais comuns na prática clínica. Deste modo, o sucesso depende de diversos aspetos que estejam relacionados com o mecanismo de adesão, tanto ao dente como ao material restaurador. Estes cimentos têm sido utilizados consideravelmente em reabilitações orais, no âmbito da prótese fixa (Pegoraro et al., 2007).

Em Medicina Dentária, os cimentos têm como função reter restaurações, postes e núcleos numa posição estável e duradoura na cavidade oral, usando retenção química, mecânica e micromecânica. São formados através da interação entre um líquido (ácido) e um pó (base), numa reação ácido-base (Pegoraro, da Silva, & Carvalho, 2007).

Actualmente, os cimentos mais utilizados são os de fosfato de zinco, ionómero de vidro, híbridos e cimentos de resina. Podem ainda ser classificados pela sua longevidade (provisórios ou definitivos) e necessidade de fotopolimerização (Pegoraro et al., 2007).

5.2 Propriedades ópticas dos cimentos

Os cimentos de resina auto-adesivos podem provocar descolorações internas podendo desse modo, afetar a aparência das restaurações totalmente cerâmicas (Kilinc et al., 2011). Devido à sua elevada translucidez, as coroas de cerâmica aumentam a complexidade na escolha da cor e é necessário tomar especial atenção aos efeitos ópticos de qualquer cor subjacente. Para manter a cor da restauração semelhante à do dente natural, é essencial evitar alterações nas propriedades ópticas. Todavia, as mudanças de cor que ocorrem nos materiais restauradores podem ter diversas causas, tais como, degradação química, oxidação das ligações duplas de carbono, acumulação de placa, desidratação, absorção de água, desadaptação marginal e rugosidade de superfície (Lee et al., 2011).

Actualmente, os sistemas de cimentação incluem diversos tons devido ao facto de o ajuste final de cor ser realizado ,maioritariamente, através da alteração da cor do cimento (Vichi, Louca, Corciolani, & Ferrari, 2011)

5.3 Cimentos de Resina

5.3.1 Cimentos de Resina Auto-adesivos

Os cimentos de resina auto-adesivos foram introduzidos na Medicina Dentária na década de 90 e são cimentos à base de polímeros utilizados na adesão à estrutura dentária, sem aplicação separada de um adesivo. A sua aplicação é simples, sendo uma das vantagens para a sua utilização. Segundo a literatura já publicada sobre cimentos auto-adesivos, o RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany) é descrito como o primeiro produto desta categoria (Pegoraro et al., 2007).

Os cimentos auto-adesivos são híbridos, combinando assim as características de compósitos restauradores, adesivos auto-condicionantes e, em alguns casos, cimentos dentários. Quando uma coroa totalmente cerâmica é cimentada, o conjunto cerâmica-

cimento-adesivo-dente é exposto a um ambiente com água e, por isso, os cimentos de resina devem ter baixa solubilidade e alta estabilidade de cor, mas também devem ter baixa absorção de água por razões estéticas e funcionais. Ao longo dos anos, a absorção da água vai afectar a resistência à flexão destes cimentos e por isso, a camada de cimento deve ser o mais fina possível, para minimizar as consequências do fenómeno de plastificação dos cimentos de resina. Este fenómeno de absorção de água poderá levar à expansão higroscópica do cimento (Pegoraro et al., 2007).

5.4 Adesão à superfície dentária e cerâmica

De modo a que a adesão tenha sucesso, é necessário cumprir os protocolos de tratamento quer para a superfície dentária como para a peça protética. Assim, a adesão da peça ao dente requer que superfície dentária seja condicionada com ácido ortofosfórico de 32 a 36%, até 30 segundos no esmalte e 15 segundos na dentina, seguido da lavagem e secagem cuidadosa, e posterior aplicação do sistema adesivo. Já para o tratamento de superfície da cerâmica, existem diversos passos a ser seguidos tais como: o condicionamento com ácido fluorídrico, aplicação de ácido ortofosfórico, silanização, jateamento com óxido de alumínio. A silanização considera-se um passo essencial para conseguir uma união química com o cimento e com a superfície das restaurações cerâmicas condicionadas, por meio da sílica presente nas mesmas. (Soares et al., 2016; Turgut et al., 2014).

6. Resinas fluídas – Flow

A resina *flow* é um compósito de baixa viscosidade (permitindo que o seu modo de apresentação normal seja uma seringa de ponta fina), caracterizado por alta molhabilidade da estrutura dentária, ainda que possua um baixo módulo de elasticidade (Archegas et al., 2011; Yu & Lee, 2008).

Comparando a composição dos dos *flow* com a composição dos compósitos universais, é possível afirmar que os de consistência mais fluída apresentam uma maior quantidade de monómeros de resina na sua constituição (Archegas et al., 2011; Yu & Lee, 2008).

Este tipo de compósitos têm sido estudados e os fabricantes têm vindo a introduzir maior carga fluída na composição destes compósitos, de modo a melhorar as propriedades ópticas, incluindo, a estabilidade de cor (Archegas et al., 2011; Yu & Lee, 2008).

Na literatura, as indicações referidas para a utilização dos compósitos flow em restaurações são cavidades classe V e cavidades classe I pequenas, preenchimento e selamento de fissuras, restauração de lesões cervicais (que não apresentem cáries) e reparação de cerâmicas (Archegas et al., 2011; Yu & Lee, 2008).

Embora sejam os cimentos de resina utilizados para cimentar facetas cerâmicas, as resinas fluídas têm ganho um papel importante neste procedimento clínico (devido à estabilidade de cor comparável com cimentos de resina fotopolimerizável), bem como, as resinas compostas universais aquecidas (Almeida, Schmitt, Kaizer, Boscato, & Moraes, 2015; Archegas et al., 2011; Yu & Lee, 2008).

Se estabelecermos uma comparação entre cimentos de resina fotopolimerizáveis, resinas fluídas e resinas compostas universais aquecidas, resinas fluídas apresentam os melhores resultados a nível de contração de polimerização, conseguindo inclusive uma menor espessura de material, face às resinas universais quer esta tenha sido aquecida previamente ou não (Almeida et al., 2015; Archegas et al., 2011; Yu & Lee, 2008).

II. OBJECTIVO

Avaliação *in vitro* das alterações da intensidade de emissão de fluorescência da cerâmica com duas espessuras diferentes quando cimentadas com dois materiais de cimentação diferentes.

III. HIPÓTESES DE ESTUDO

Hipótese Nula:

H0: A intensidade de emissão de fluorescência da restauração não é influenciada pelo material de cimentação ou a espessura da cerâmica.

Hipóteses Alternativas:

H1: A intensidade de emissão de fluorescência da restauração é influenciada pelo material de cimentação.

H2: A intensidade de emissão de fluorescência da restauração é influenciada pela espessura de cerâmica.

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados blocos de cerâmica vítrea de dissilicato de lítio, *IPS e.max Press HT A2* (IPS) (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e 60 discos de resina composta (Rc) *Filtek Supreme XTE Body A3,5* (3M ESPE, Minnesota, USA) (Figuras 1, 2 e Tabela 1).

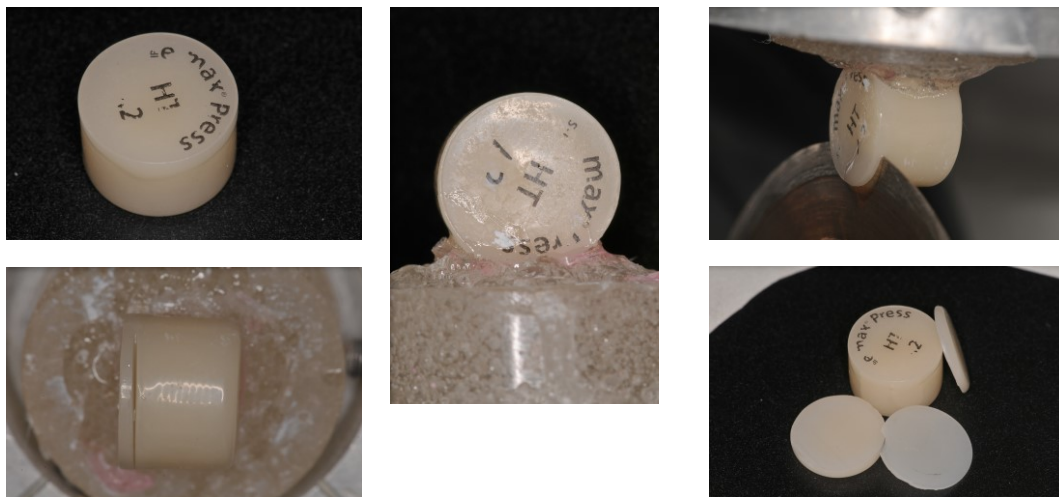


Figura 1: Blocos de cerâmica *IPS e.max Press HT* de cor A2 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e exemplificação de corte para obtenção de discos (Imagens cedidas pela Mestre Joana Pereira).



Figura 2: Resina Composta *Filtek™ Supreme XTE Body A3,5* (3M ESPE, Minnesota, USA), utilizada na obtenção dos discos de resina.

Material	Composição	Indicação clínica
<p><i>IPS e.max Press HT A2</i> (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)</p>	<p><u>Componentes:</u> SiO₂ <u>Componentes adicionais:</u> Li₂O, K₂O, MgO, ZnO, Al₂O₃, P₂O₅, ZrO₂ La₂O₃ e outros óxidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Facetas; – <i>Inlays</i> e <i>Onlays</i>; – Coroas parciais (regiões anteriores e posteriores); – Prótese fixa de 3 elementos; – Sobre-injeção em coroas unitárias galvanizadas; – Supra-estruturas de implantes para restaurações unitárias (regiões anterior e posterior); – Coroas telescópicas primárias.
<p>Resina Composta <i>Filtek™ Supreme XTE A3 Body Shade</i> (3M ESPE, Minnesota, USA)</p>	<p>UDMA, Bis-GMA, BisEMA, sílica (20nm), Zircónia (4-10nm). Tamanho médio de partículas em conjunto 0.6 a 10 µm. Partículas inorgânicas representam 72,5% da carga total.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Restaurações diretas (anteriores e posteriores) incluindo faces oclusais; – <i>Build-up</i>; – Ferulização e restaurações indiretas (<i>inlays</i>, <i>onlays</i>, facetas).

Tabela 1 : Composição e indicação clínica dos materiais utilizados na formação dos discos de resina composta e discos de cerâmica.

Inicialmente, os blocos de cerâmica foram colocados num dispositivo de fixação de um micrótopo manual (ISOMET 1000, Buehler®, Lake Bluff, IL, USA) (figura 1), e foram obtidos 60 discos, com diâmetro de 12 mm e espessura de 0,5 e 0,8 mm, utilizando um disco diamantado, a uma velocidade de 450 rpm, com refrigeração.

Os discos de resina foram produzidos através de um molde de silicone, com um diâmetro igual ao verificado nos discos de cerâmica, e com espessura de 1mm, polimerizados com fotopolimerizador *Elipar S10 Led* (3M ESPE, Seefeld, Germany) durante 20 segundos, segundo indicações do fabricante.

Todas as amostras foram polidas numa polidora, com uma lixa de SiC de 600 grit, para garantir uma rugosidade de superfície uniforme.

Concluído o processo de corte e polimento das amostras de cerâmica, a sua espessura foi verificada com craveira digital de precisão em 3 pontos distintos das amostras.

Foi obtido um espectro de fluorescência de cada amostra de resina e cerâmica num espectrofluorómetro *SPEX Fluorolog*® 2I2I (Horiba, Kyoto, Japão). Todos os espectros foram obtidos a um comprimento de onda de 380nm e à temperatura ambiente.

De seguida, as amostras de cerâmica foram preparadas segundo o protocolo de tratamento de superfície de Restauração Indirecta (cerâmica) (tabela 2) presente no estudo de (Turgut et al., 2014).

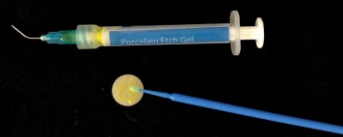





Protocolo de tratamento de superfície de Restauração Indirecta (cerâmica)	
<p>1º- Aplicar ácido Fluorídrico (9,5%) com microbrush, 60s. Lavar e secar</p>	
<p>2º Aplicar ácido ortofosfórico (37%) com <i>microbrush</i> com movimentos circulares, 30s. Lavar abundantemente com água</p>	
<p>3º Colocar nos ultrassons, num copo com água destilada ou álcool (95%), 4 min.</p>	
<p>4º Secar a peça protética e secar aplicando álcool</p>	
<p>5º Aplicar silano com um <i>microbrush</i> e esfregar, 20 seg</p>	
<p>6º Secar o silano com um secador, 2 min, ou 1 min num forno a 100°C. (Se a superfície ainda estiver brilhante, lavar com água quente (80°C)).</p>	
<p>8º Aplicar adesivo (neste caso foi usado <i>Adesivo do OptiBond FL</i> (Kerr, Itália)), NÃO fotopolimerizar, apenas secar.</p>	

Tabela 2 : Protocolo de tratamento de superfície de cerâmica segundo (Turgut et al., 2014).

Material	Composição	Indicações clínicas
Ácido Fluorídrico a 9.6% (PULPDENT™ Corporation, Watertown, MA, USA)	HF	Cerâmicas (Facetas, Coroas, <i>Inlays</i>)
Ácido Ortofosfórico a 37% (R&S, França)	H3PO4	Ataque ácido ao esmalte e dentina para posterior adesão
<i>Silano Calibra</i> ® (Dentsply international Milford, USA)	Bis-GMA; Bisfenol A Etoxilato Dimetacrilato; p-Toli Dietanolamina; Etol-4-Dimetilamino Benzoato; Dióxido de Silício Hidrofóbico; TEGDMA; Uvinul; BHT; Óxido de Alumínio; Sílica; Canforoquinona. Óxido de Ferro Amarelo; vermelho e preto; Dióxido de Titânio	Cimentação adesiva de cerâmica, porcelana, compósitos resinosos
Adesivo do <i>Optibond</i> ™ FL (Kerr, Itália)	Monómero de éster de metilacrilato não tratado TEGDMA (5-10%) e Ytterbium (12-17%)	Adesão de restaurações diretas e indiretas

Tabela 3: Composição e indicação clínica dos materiais utilizados no protocolo de tratamento de superfície de Restauração Indirecta (cerâmica).



Figura 3: Disco de cerâmica (A), após aplicação do protocolo de tratamento de superfície de restauração indirecta, e disco de resina (B).

Após o polimento e tratamento de superfície das amostras, as amostras de cerâmica foram emparelhadas, de forma aleatória, com os referidos discos de Rc, de modo a constituir 6 grupos com 10 amostras de cerâmica e 10 amostras de Rc, por grupo.

Posteriormente, as amostras de cerâmica foram cimentadas e aderidas às de Rc (com 0,5 e 0,8mm) com os cimentos em estudo: cimento de resina fotopolimerizável *RelyX™ Veneer Cement System A3* (3M ESPE, Minnesota, USA), correspondente aos grupos R, e cimento de resina fluída *G-aenial® Universal Flow A3* (GC CORPORATION, Tokyo, Japan), correspondente aos grupos G.

O grupo de controlo (grupo C) foi cimentado com resina aquecida *FilteK™ Supreme XTE Body* cor A3.

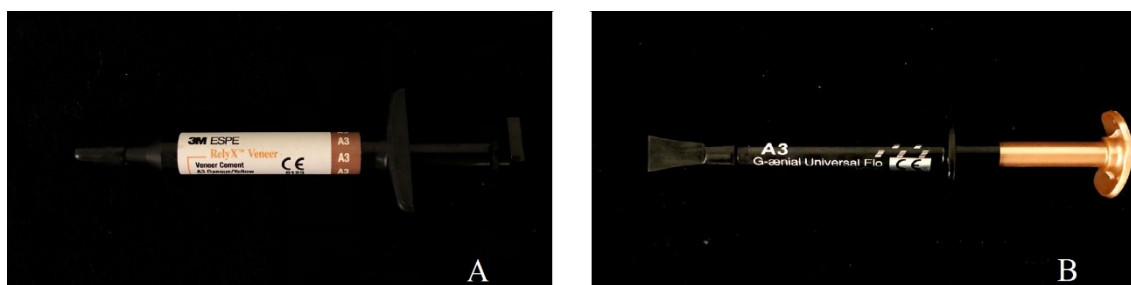


Figura 4: A: *RelyX™ Veneer Cement System* de cor A3 (3M ESPE, Minnesota, USA); B: *G-aenial® Flow* de cor A3 (GC CORPORATION, Tokyo, Japan).

Material	Composição	Indicação clínica
<i>RelyX™ Veneer Cement System</i> cor A3 (3M ESPE, Minnesota, USA)	BisGMA, TEGDMA, Zircônia/sílica, sílica, modificada. Carga de partículas aproximadamente 66% do peso, tamanho de partículas aproximadamente 0.6 mm, fotoiniciador.	- Cimentação de facetas; - Cimentação de restaurações cerâmicas; - Cimentação de restaurações indiretas de resina composta.
<i>G-aenial® Universal Flow</i> cor A3 (GC CORPORATION, Tokyo, Japan)	Urethanedimetrilato, BisMEPP, TEGDMA (31%). Dióxido de silício (16nm), vidro Strontium (200 nm), pigmentos (69%), fotoiniciador.	- Restaurações diretas classe I, II, III, IV e V; - Ferulização e adesão de restaurações indiretas fotopolimerizáveis (até 2mm de espessura).

Tabela 4: Composição e indicação clínica dos cimentos utilizados na cimentação das amostras cerâmica-resina.

Os discos de cerâmica foram aderidos aos de Rc pelos cimentos referidos, com uma pressão constante de 50 Newtons (N), durante 60 segundos, e polimerizados por 40 segundos com fotopolimerizador (*Elipar S10 Led* (3M ESPE, Seefeld, Germany)).

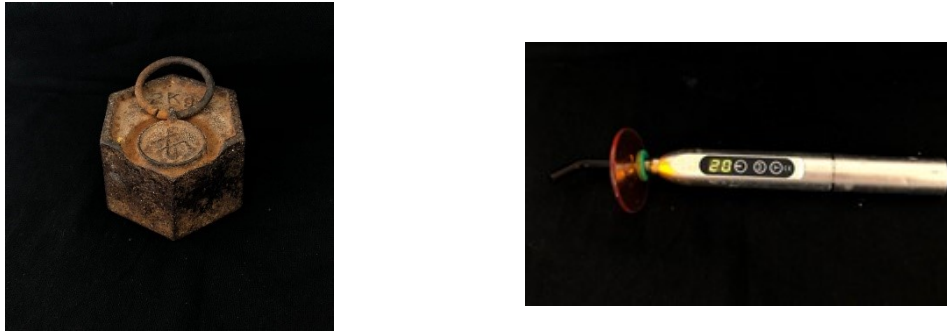


Figura 5: Peso usado para a pressão constante durante a cimentação e fotopolimerizador *Elipar S10 Led* (3M ESPE, Seefeld, Germany).

Após a polimerização, as amostras foram armazenadas por 24h, em ambiente seco e protegido da luz, antes de serem testadas.

Mais tarde, foram recolhidos novamente espectros de fluorescência, após cimentação. Todos os espectros foram novamente obtidos no espectrofluorômetro a um comprimento de onda de 380nm e à temperatura ambiente (Figura 6 e 7).



Figura 6: Espectrofluorômetro *SPEX Fluorolog Fluorolog® 2121* (Horiba, Kyoto, Japão), durante leitura de amostras.

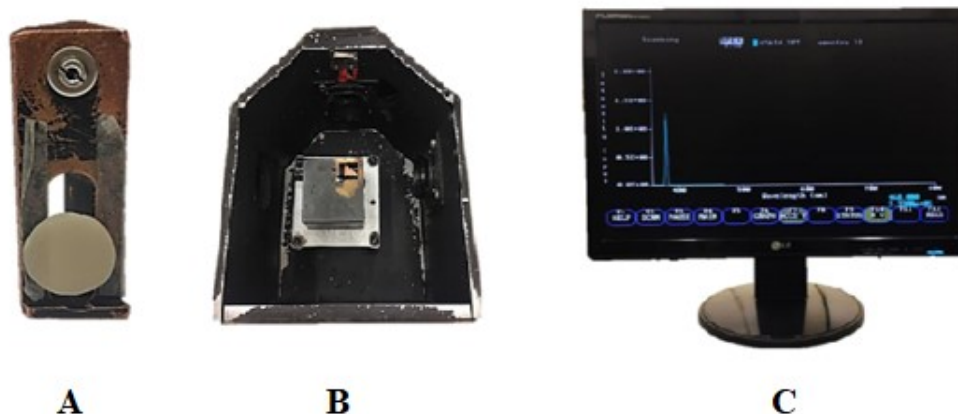


Figura 7: A: Suporte para amostra; B: Câmara de colocação das amostras, antes de se encontrar isolada de luz, para leitura no espectrofluorómetro; C: Computador com a leitura de intensidade de emissão de fluorescência.

Formaram-se 2 grupos de controlo (com 20 amostras de cerâmica, com espessuras de 0,5mm e 0,8mm, e 20 amostras de Rc) e 4 grupos de estudos (com 40 amostras de cerâmica com espessuras de 0,5 e 0, 8 e 40 amostras de Rc), variando o material de cimentação/adesão usado para que as mesmas fossem cimentadas/ aderidas aos discos de Rc, como é possível verificar na tabela 5.

Grupos	Espessura (Rc)	Espessura (Cerâmica)	Grupos e nºs de amostras
Grupos Controlo	1mm	0,5	C0,5 (n = 10)
		0,8	C0,8 (n = 10)
Grupos Estudo	1mm	0,5	G0,5 (n = 10) R0,5 (n = 10)
		0,8	G0,8 (n = 10) R0,8 (n = 10)
			Total = 60 amostras

Tabela 5: Distribuição das amostras - Grupos e números de amostras de Controlo e Estudo, consoante espessura do material (cerâmica ou Rc).

Grupos controle:

C 0,5: Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio 0,5mm + resina aquecida Filtek™ Supreme Body Shade A3 + disco Rc (n=10)

C 0,8: Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio 0,8mm + resina aquecida Filtek™ Supreme Body Shade A3 + disco Rc (n=10)

Grupos de Estudo:

G 0,5: Grupo correspondente à cerâmica vítrea de dissilicato de lítio 0,5mm e disco de Rc, cimentados com cimento *G-aenial® Flow de cor A3* (n=10)

R 0,5: Grupo correspondente à cerâmica vítrea de dissilicato de lítio 0,5mm e disco Rc, cimentados com cimento *RelyX™ Veneer Cement System* de cor A3 (n=10)

G 0,8: Grupo correspondente à cerâmica vítrea de dissilicato de lítio 0,8mm e disco Rc, cimentados com cimento *G-aenial® Flow* de cor A3 (n=10)

R 0,8: Grupo correspondente à cerâmica vítrea de dissilicato de lítio 0,8mm e disco Rc, cimentados com cimento *RelyX™ Veneer Cement System* de cor A3 (n=10)

Os dados de fluorescência obtidos foram inseridos e analisados no programa informático *SPSS Statistics* - versão 22 (IBM, Ins, Chicago, IL, EUA). Foi realizada uma *análise two-way ANOVA* e comparações múltiplas, com o método de Bonferroni, com um intervalo de confiança de 95% e uma significância de $p < 0,05$.

V. RESULTADOS

1. Intensidade da emissão de fluorescência antes da cimentação

A tabela 6 apresenta os resultados obtidos na leitura da intensidade de emissão de fluorescência das amostras de cerâmica, antes da cimentação, nos vários grupos, em ambas as espessuras (C0,5; C0,8; G0,5; G0,8; R0,5; R0,8). Assim, verificamos que:

- Os grupos controlo (C0,5 e C0,8) correspondem aos grupos com maior intensidade de emissão de fluorescência, embora não se verifiquem diferenças estatisticamente significativas ao variar a espessura ($p=0,297$).
- Os grupos (C0,5, G0,5, R0,5) correspondentes à espessura de 0,5mm, apresentam valores superiores de intensidade de emissão de fluorescência em comparação com as amostras de espessura 0,8mm, nesses mesmos grupos, novamente sem se verificar diferenças estatisticamente significativas ($p=0,775$).
- Em relação aos grupos R0,5 e R0,8, verificamos que apresentam diferenças estatisticamente significativas nos valores de intensidade de emissão de fluorescência ($p=0,047$), apresentando um valor superior na espessura de 0,5mm ($2,67E+10$ u.a.) do que na espessura de 0,8mm ($1,13E+10$ u.a.).

Grupo	Espessura da Cerâmica (mm)		
	0,5 mm	0,8 mm	
C	$3,00E+10 \pm 2,42E+10$	$2,21E+10 \pm 1,14E+10$	$p= 0,297^a$
G	$2,47E+10 \pm 2,03E+10$	$1,20E+10 \pm 6,43E+09$	$p= 0,099^a$
R	$2,67E+10 \pm 2,10E+10$	$1,13E+10 \pm 1,04E+10$	$p= 0,047^*$
	$p= 0,775^a$	$p= 0,290^a$	

Tabela 6: Intensidade de emissão de fluorescência da cerâmica de cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, antes da cimentação, em u.a. (média±desvio padrão)

* se $p<0,05$, existem diferenças estatisticamente significativas.

^a Two-way ANOVA

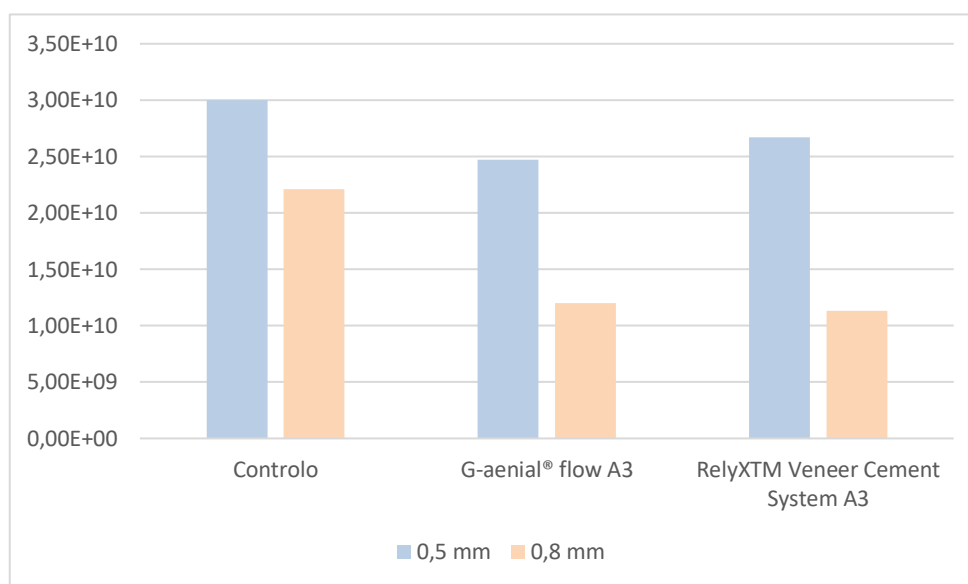


Gráfico1: Intensidade de emissão de fluorescência da cerâmica de cada grupo (controle e estudo), em função da espessura, antes da cimentação, em u.a.

A tabela 7 apresenta os resultados obtidos na leitura da intensidade de emissão de fluorescência das amostras de compósito, antes da cimentação, nos vários grupos, em ambas as espessuras (C0,5; C0,8; G0,5; G0,8; R0,5; R0,8). Assim, verificamos que:

- As amostras de R0,8 correspondem ao grupo com maior valor de intensidade de emissão de fluorescência ($1,01E+10$ u.a).
- Relativamente ao grupo R (R0,5 e R0,8), voltamos a observar que existem diferenças estatisticamente significativas na intensidade de emissão de fluorescência ($p= 0,024$).
- Em relação às amostras de 0,8mm, verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas na intensidade de emissão de fluorescência entre os grupos de estudo G0,8 e R0,8 ($p= 0,047$).

Grupo	Espessura da Cerâmica (mm)		
	0,5 mm	0,8 mm	
C	$8,09E+09 \pm 1,10E+10$	$5,55E+09 \pm 4,62E+09$	$p= 0,346^a$
G	$2,47E+09 \pm 1,70E+09$	$3,45E+09 \pm 1,97E+09^*$	$p= 0,715^a$
R	$3,91E+09 \pm 3,10E+09$	$1,01E+10 \pm 7,37E+09^*$	$p= 0,024^{a*}$
	$p= 0,102^a$	$p= 0,047^a *$	

Tabela 7: Intensidade de emissão de fluorescência do compósito, correspondente a cada grupo (controle e estudo), antes da cimentação, em u.a. (média±desvio padrão)

*se $p<0,05$, existem diferenças estatisticamente significativas.

^a Two-way ANOVA

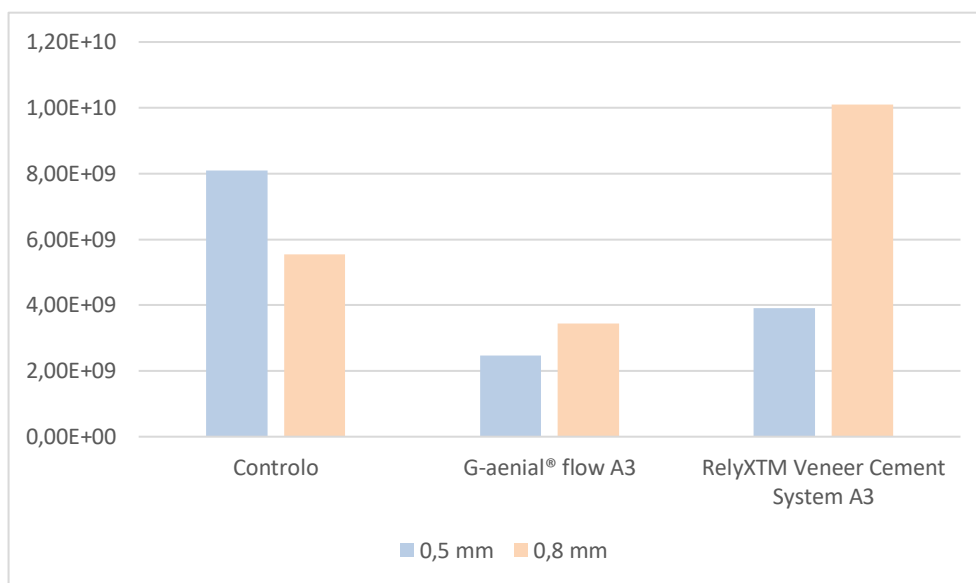


Gráfico 2: Intensidade de emissão de fluorescência do compósito, correspondente a cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, antes da cimentação, em u.a.

2. Intensidade da emissão de fluorescência após cimentação

A tabela 8 apresenta os resultados obtidos na leitura da intensidade de emissão de fluorescência das amostras emparelhadas, após cimentação, nos vários grupos, em ambas as espessuras (C0,5; C0,8; G0,5; G0,8; R0,5; R0,8). Assim, verificamos que:

- As amostras com 0,8mm apresentam um pico de fluorescência superior às amostras de 0,5mm, nos vários grupos (controlo e estudo).
- Em relação ao grupo G, podemos observar que existem diferenças estatisticamente significativas em relação à espessura de 0,5mm ($p=0,019$).
- Em relação ao grupo R, verificamos uma diferença estatística muito significativa com $p<0,001$.
- Em relação ao grupo R0,8, podemos considerar que existem diferenças estatísticas muito significativas, quando comparados com os outros grupos de materiais de cimentação diferentes ($p<0,001$), sendo também o grupo com maior intensidade de emissão de fluorescência.

Espessura da Cerâmica (mm)			
Grupo	0,5 mm	0,8 mm	
C	2,50E+09 ± 1,89E+09	3,60E+09 ± 1,87E+09 ⁺	p= 0,312 ^a
G	1,54E+09 ± 7,01E+08	4,15E+09 ± 9,09E+08 ⁺	p= 0,019 ^a *
R	7,25E+08 ± 2,37E+08	1,46E+10 ± 5,12E+09	p< 0,001 ^a *
	p= 0,262 ^a	p< 0,001 ^a *	

Tabela 8 : Intensidade de emissão de fluorescência após cimentação, correspondente a cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, em u.a. (média±desvio padrão)

*se p<0,05, existem diferenças estatisticamente significativas, para um intervalo de confiança de 95%.

^a Two-way ANOVA

⁺ Não existem diferenças estatisticamente significativas para um intervalo de confiança de 95%.

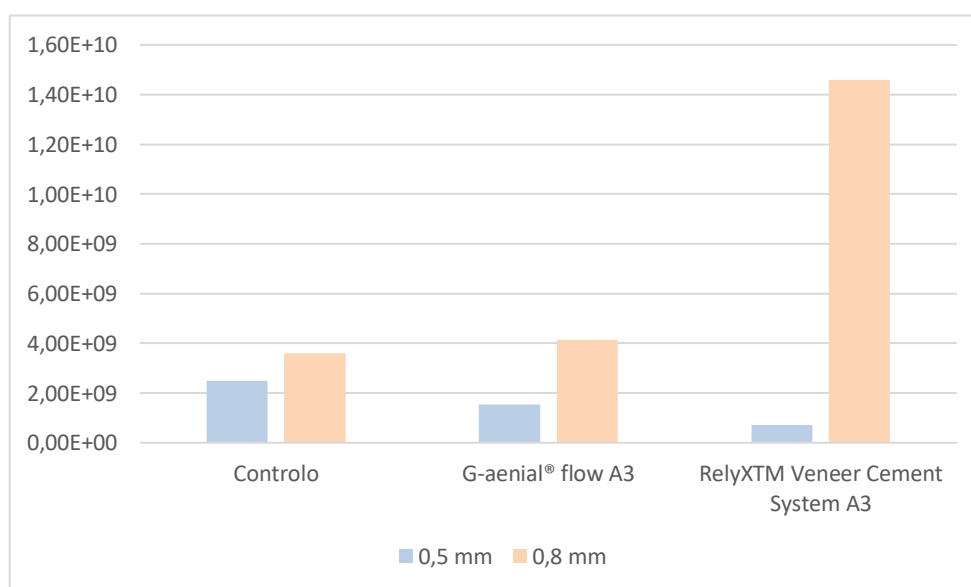


Gráfico3: Intensidade de emissão de fluorescência após cimentação, correspondente a cada grupo (controlo e estudo), em função da espessura, em u.a.

Assim, e em forma de resumo, nas amostras cimentadas, podemos observar a seguinte ordem decrescente de intensidade de emissão de fluorescência:

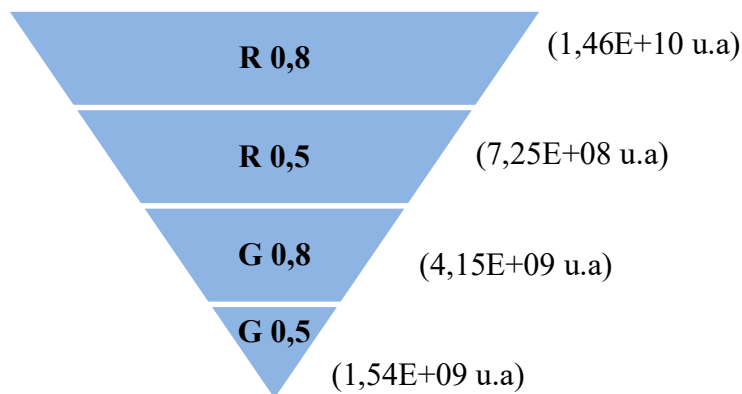


Gráfico 4: Ordem decrescente de intensidade de emissão de fluorescência dos grupos de estudo, após cimentação.

- R 0,8 > R 0,5 ($p < 0,001$)
- G 0,8 > G 0,5 ($p = 0,019^*$)
- R 0,8* > G 0,8 > C 0,8 ($p < 0,001^*$)
- C 0,5 > G 0,5 > R 0,5 ($p = 0,262$)
- C 0,8 > C 0,5 ($p = 0,312$)

*com diferenças estatisticamente significativas

VI. DISCUSSÃO

Com o passar dos anos, tornou-se cada vez mais importante um maior conhecimento sobre os comportamentos de luz e cor, de modo a conseguir obter resultados de sucesso em restaurações cerâmicas, neste caso a nível estético, mas nunca esquecendo o seu lado funcional. Juntamente com a vasta gama de opções de resinas compostas e cimentos, com comportamentos mecânicos e ópticos variados, foi sendo possível uma abordagem cada vez mais criativa e artística, resultando em restaurações mais funcionais e favoráveis a nível estético (Hirata et al., 2001).

A estética é um atributo óbvio da cerâmica e, juntamente com a durabilidade, é a principal razão pela qual os dentistas geralmente escolhem a cerâmica em detrimento de outros materiais. Para além disto, através das restaurações cerâmicas é possível obter uma fluorescência semelhante, em termos de intensidade, à verificada nos dentes naturais (Kelly, 1997; Y. K. Lee, Lu, & Powers, 2006).

O presente estudo teve como objetivo avaliar as alterações das propriedades ópticas da cerâmica, neste caso da fluorescência, usando diferentes materiais de cimentação/adesão (*G-aenial® Flow* e *RelyX™ Veneer Cement System*) com cores iguais (A3), fazendo variar a espessura da cerâmica (0,5mm e 0,8mm).

Tal como no estudo de Dede et al. (2017), Hernandez, Arrais, Lima, Paulo, & Rodrigues (2016), Li (2019) e Pires et al. (2017), foram usados blocos de cerâmica de dissilicato de lítio, com espessuras diferentes, cortados em discos num micrótopo. No presente estudo, optou-se pela utilização de cerâmica de dissilicato de lítio, por ser uma cerâmica bastante estética, que se iguala à biomecânica dos dentes naturais e por possuir elevadas propriedades ópticas (Conrad et al., 2007).

Foram usadas amostras de cerâmica de 0,5mm e 0,8mm, como no estudo de Hernandez et al. (2016), também obtidas através do corte de blocos de cerâmica de dissilicato de lítio num micrótopo. Através dos estudos de Kürklü, Azer, Yilmaz, & Johnston (2013) e

Xing, Chen, Ren, Zhan, & Wang (2017), é possível concluir que a cor da restauração final de cerâmica é significativamente influenciada pela sua espessura.

As amostras foram polidas com recurso a uma polidora, de modo a uniformizá-las, pois, diferentes texturas ou espessuras poderiam influenciar os resultados (Bagis & Turgut, 2013; Dede et al., 2017; Hernandez et al., 2016; Kilinc, Antonson, Hardigan, & Kesercioglu, 2011; Motro et al., 2012; Niu, Agustin, & Douglas, 2013; Niu et al., 2014; Pires et al., 2017).

Uma superfície lisa reflete uma quantidade maior e mais regular de luz do que uma superfície rugosa, o que acaba por influenciar a cor da restauração. Além disso, os procedimentos de acabamento e polimento podem influenciar a cor da cerâmica. As superfícies rugosas são mais suscetíveis a manchas do que as superfícies lisas, sendo desta forma a textura um factor importante para a cor final da restauração (Hernandez et al., 2016; Motro et al., 2012; Pires et al., 2017).

À semelhança do estudo de Pires et al., 2017, foram utilizados discos de resina composta de 1 mm de espessura, como substrato, de modo a tornar o processo o mais próximo do que seria espectável *in vivo*, sendo submetidos à polidora, da mesma forma que as amostras de cerâmica (Hernandez et al., 2016; Motro et al., 2012; Pires et al., 2017).

Tal como em Azer et al. (2011), Kilinc, Antonson, Hardigan, & Kesercioglu (2011) e Niu et al. (2014), todas as espessuras das amostras foram verificadas com uma craveira.

Tendo em conta o que foi descrito por Turgut et al. (2014), procedeu-se ao tratamento de superfície da cerâmica (devido à importância e eficácia reportadas), começando pela aplicação de ácido hidrófluorídrico a 9,6% durante 90s, expondo os cristais na superfície da cerâmica e criando micro-retenções, aumentando assim a sua força adesiva. De seguida, aplicou-se ácido ortofosfórico 37%, de modo a eliminar da amostra o ácido hidrófluorídrico ainda presente, aumentando assim as forças adesivas (pois estas verificam-se mais baixas quando este passo não é efectuado), verificado nos estudos de Azer, Ayash, Johnston, Khalil, & Rosenstiel (2006) e Azer et al. (2011).

Após o condicionamento com os dois ácidos, procedeu-se à lavagem da amostra cerâmica com água destilada seguida de banho de ultrassons, também em água destilada, durante 4

min, uma vez que Magne & Belser (2002) demonstraram uma maior força adesiva quando as amostras eram submetidas a banho ultrassons após aplicação de ácido hidrofluorídrico.

De seguida, a amostra foi seca com álcool a 96%, aplicou-se silano durante 20s, esfregando a amostra com *microbrush* e colocou-se a mesma durante 60s num forno a 100°C. A aplicação de silano é recomendada devido ao facto de se formar uma união química entre a sílica presente na superfície da cerâmica e o cimento, o que aumenta a resistência adesiva (Turgut et al., 2014).

A seguir, foi aplicado o adesivo do Optibond™ FL, sem fotopolimerizar, devido ao facto de se terem obtido melhores resultados de resistência adesiva quando, após aplicação de silano, ainda é aplicado o sistema adesivo (Pires et al., 2017).

Por fim, as amostras de cerâmica foram cimentadas/aderidas às de resina composta com recurso aos cimentos de resina e resina *flow* em estudo de acordo com os grupos previamente formados, com uma pressão contante de 50N, durante 60 segundos, tal como Hernandez et al. (2016), de modo a manter uma espessura uniforme e idêntica em todas as amostras tentando evitar diferentes espessuras entre amostras que pudessem comprometer o estudo. Os discos de cerâmica foram aderidos aos de Rc pelos cimentos referidos, com uma pressão constante de 50 Newtons (N), durante 60 segundos, tal como no estudo de Mirmohammadi et al. (2010), e polimerizados por 40 segundos com fotopolimerizador *Elipar S10 Led* (3M ESPE, Seefeld, Germany).

A escolha dos cimentos utilizados no presente estudo deve-se ao facto de ter sido considerado importante comparar a cimentação com um cimento de resina e com uma resina fluída que, devido à sua baixa viscosidade, têm vindo a tornar-se uma mais valia de uso clínico, por exemplo, na adesão de facetas muito finas por apresentarem alta carga em partículas, aumentando a estabilidade da cor (Catelan et al., 2015).

Todas as amostras foram lidas num espectrofluorómetro, a um comprimento de onda de 360nm, de modo a obter a intensidade de emissão de fluorescência de cada uma, tal como em Catelan et al. (2015).

Este estudo tinha como objectivo avaliar *in vitro* as alterações da fluorescência da cerâmica de dissilicato de lítio *IPS e.max Press HT A2* (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), quando cimentado com diferentes combinações de cimentos: *Filtek Supreme XTE Body Shade A3* (3M ESPE, Minnesota, USA), *RelyX™ Veneer Cement System* cor A3 (3M ESPE, Minnesota, USA) e *G-aenial® Universal Flow* cor A3 (GC CORPORATION, Tokyo, Japan), com duas espessuras diferentes, 0,5 e 0,8mm.

Através da análise dos resultados, fica claro que a intensidade de emissão de fluorescência dos cimentos de resina e resina fluída pode influenciar o comportamento final da restauração cerâmica, bem com a espessura da mesma, tendo-se obtido diferenças estatisticamente significativas nos grupo R0,8 (cimentado com *RelyX™ Veneer Cement System* de cor A3, com espessura de 0,8 mm).

Nos grupos com espessura de 0,8 mm, a emissão de fluorescência está a ser dada pela própria cerâmica uma vez que o material de cimentação não possui constituintes com capacidade de superarem a intensidade de emissão de fluorescência da própria cerâmica. A cerâmica, ao ter uma maior espessura, apresenta uma maior concentração de constituintes com capacidade de emissão de fluorescência, o que lhe permite maior emissão de fluorescência do que o material de cimentação em questão. É importante que nas cerâmicas dentárias existam elementos que tenham capacidade de emitir fluorescência de modo a aumentar a quantidade de luz perceptível pelo observador (Fondriest, 2014).

Em Volpato et al. (2009), é referido que a espessura de cerâmica deve ser sempre considerada, tendo em conta a cor final das restaurações cerâmicas e que o médico dentista, no processo de selecção da cor, deve ter em atenção a luz do dia, luz incandescente e fluorescente.

Num estudo realizado por Pereira J., Monteiro, P., Maurício, P., Serro A. P. & Di Paolo (2015) foram utilizados dois cimentos de resina e amostras de cerâmica de dissilicato de lítio, também com duas espessuras distintas, sendo que foi-lhes possível concluir que a escolha de diferentes cimentos de resina e diferentes espessuras de cerâmia tem de ser considerada em restaurações totalmente em cerâmicas, tendo obtido valores inferiores de

fluorescência nas amostras com menos espessura, ao contrário do que foi obtido no presente estudo.

Desta forma, e tendo em conta os resultados obtidos, a hipótese nula é rejeitada e as hipóteses alternativas são aceites:

H1: A intensidade de emissão de fluorescência da restauração é influenciada pelo material de cimentação.

H2: A intensidade de emissão de fluorescência da restauração é influenciada pela espessura de cerâmica.

VII. CONCLUSÃO

Através desta investigação e dos resultados provenientes da mesma, é-nos possível concluir que a intensidade de emissão de fluorescência das restaurações é influenciada pelo material de cimentação, bem como, pela espessura da cerâmica. Ou seja:

- A utilização de diferentes materiais de cimentação em restaurações com cerâmica de dissilicato de lítio apresenta diferenças na intensidade de emissão de fluorescência;
- Espessuras diferentes de cerâmica de dissilicato de lítio vão ter influência na intensidade de emissão de fluorescência final da restauração.

1. Relevância clínica

Relativamente à sua aplicação a nível clínico, este estudo demonstra a importância da escolha do cimento numa reabilitação totalmente cerâmica. Diferentes cimentos emitem diferentes intensidades de emissão de fluorescência, o que afecta o comportamento final da restauração.

A espessura da cerâmica também apresenta um papel importante pois alterando-a, fazemos variar o comportamento da própria peça. Isto torna-se fundamental na prática clínica diária, principalmente em reabilitações estéticas, onde são utilizadas peças totalmente cerâmicas com espessura reduzida como facetas ou coroas.

Ainda de referir que se procedeu à comparação de resinas fluídas com cimentos de resina, comparação esta que não encontramos descrita e que se considera de pertinente avaliação ainda que, a nível de fluorescência, não tenha sido o material a apresentar valores mais elevados neste estudo.

Para além disto, todas as amostras sofreram tratamento de superfície, aproximando o estudo da situação *in vivo*.

2. Perspectivas futuras

Considera-se importante a realização de mais estudos de modo a compreender se a sua aplicabilidade pode ser generalizada a restaurações com diferentes tipos de cerâmica, com diferentes espessuras e outros cimentos.

Assim deveriam:

- o Avaliar o comportamento óptico de vários tipos de cerâmica quando cimentada a diferentes substratos, com cores distintas;
- o Realizar mais estudos sobre as outras propriedades ópticas existentes às quais se dá menos relevância, por exemplo, a opalescência e a translucidez;
- o Avaliar a influência do material de cimentação usando o dente natural como substrato;
- o Avaliar, ao longo do tempo, a estabilidade das propriedades ópticas tendo em conta o envelhecimento dos próprios materiais e do substrato dentário.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahn, J. S., & Lee, Y. K. (2008). Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *100*(1), 18–28. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60129-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60129-8)
- Almeida, J. R., Schmitt, G. U., Kaizer, M. R., Boscato, N., & Moraes, R. R. (2015). Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *114*(2), 272–277. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.01.008>
- Archeegas, L. R. P., Freire, A., Vieira, S., Caldas, D. B. D. M., & Souza, E. M. H. (2011). Colour stability and opacity of resin cements and flowable composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing. *Journal of Dentistry*, *39*(11), 804–810. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.08.013>
- Azer, S. S., Rosenstiel, S. F., Seghi, R. R., & Johnston, W. M. (2011). Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *106*(3), 179–183. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60117-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60117-0)
- Bagis, B., & Turgut, S. (2013). Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. *Journal of Dentistry*, *41*(SUPPL. 3), e24–e30. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.11.013>
- Barizon, K. T. L., Bergeron, C., Vargas, M. A., Qian, F., Cobb, D. S., Gratton, D. G., & Geraldini, S. (2014). Ceramic materials for porcelain veneers: Part II. Effect of material, shade, and thickness on translucency. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *112*(4), 864–870. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.016>
- Burke, F. J. T. (2012). Survival rates for porcelain laminate veneers with special reference to the effect of preparation in dentin: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *24*(4), 257–265. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2012.00517.x>
- Catelan, A., Guedes, A. P. A., Suzuki, T. Y. U., Takahashi, M. K., De Souza, E. M., Briso, A. L. F., & Dos Santos, P. H. (2015). Fluorescence intensity of composite layering combined with surface sealant submitted to staining solutions. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *27*(S1), S33–S40. <https://doi.org/10.1111/jerd.12139>
- Cho, M. S., Yu, B., & Lee, Y. K. (2009). Opalescence of all-ceramic core and veneer materials. *Dental Materials*, *25*(6), 695–702.

- <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.11.013>
- Conrad, H. J., Seong, W., & Pesun, I. J. (2007). *1 cer Ceramic review.pdf*.
[https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60124-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60124-3)
- Dede, D. Ö., Sahin, O., Özdemir, O. S., Yilmaz, B., Celik, E., & Koroğlu, A. S. (2017). Influence of the color of composite resin foundation and luting cement on the final color of lithium disilicate ceramic systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *117*(1), 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.05.016>
- Dias, S., Marques, D., Silveira, J., Corado, D., Alves, R., & Mata, A. (2017). Determinação da cor de diferentes escalas por dois métodos espectrofotométricos - estudo in vitro. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, *58*(3), 168–174. <https://doi.org/10.24873/j.rpemd.2017.10.023>
- Fahl, N., & Denehy, G. E. (2015). *Protocol for predictable restoration of anterior teeth with composite resin*. (March).
- Fondriest, J. F. (2014). The optical characteristics of. *Spectroscopy and Spetral Analysis*, *34*(1), 39–42.
- Hernandes, D., Arrais, C., Lima, E., Paulo, C., & Rodrigues, J. (2016). ,QÀXHQFHRIUHVLQFHPHQWVKDGHQRQWKHFRORUDQG translucency of ceramic veneers. *J Appl Oral Sci*, 391–396. <https://doi.org/10.1590/1678-775720150550>
- Hirata, R., Ampessan, R. L., & Liu, J. (2001). Reconstrução de Dentes Anteriores com Resinas Compostas - Uma Seqüência de Escolha e Aplicação de Resinas. *JBC - JORNAL BRASILEIRO DE CLÍNICA & ESTÉTICA EM ODONTOLOGIA*, *5*(25), 16–25.
- Ishikawa-Nagai, S., Yoshida, A., Sakai, M., Kristiansen, J., & Da Silva, J. D. (2009). Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *Journal of Dentistry*, *37*(SUPPL. 1), 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.04.004>
- Jain, C., Bhargava, A., Gupta, S., Rath, R., Nagpal, A., & Kumar, P. (2013). Spectrophotometric evaluation of the color changes of different feldspathic porcelains after exposure to commonly consumed beverages. *European Journal of Dentistry*, *7*(2), 172–180. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.110165>
- Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y., & Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*, *36*(SUPPL. 1), 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.02.001>

- Kang, W., Park, J. K., Kim, S. R., Kim, W. C., & Kim, J. H. (2018). Effects of core and veneer thicknesses on the color of CAD-CAM lithium disilicate ceramics. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(3), 461–466. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.04.005>
- Kelly, J. R. (1997). Ceramics in restorative and prosthetic dentistry. *Annual Review of Materials Science*, 27(1), 443–468. <https://doi.org/10.1146/annurev.matsci.27.1.443>
- Kilinc, E., Antonson, S. A., Hardigan, P. C., & Kesercioglu, A. (2011). Resin cement color stability and its influence on the final shade of all-ceramics. *Journal of Dentistry*, 39(SUPPL. 1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.01.005>
- Kürklü, D., Azer, S. S., Yilmaz, B., & Johnston, W. M. (2013). Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *Journal of Dentistry*, 41(11), 1043–1050. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.08.017>
- Lee, Y. K., Lu, H., & Powers, J. M. (2006). Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging. *Dental Materials*, 22(7), 653–660. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.08.004>
- Lee, Yong-Keun. (2015). Fluorescence properties of human teeth and dental calculus for clinical applications. *Journal of Biomedical Optics*, 20(4), 040901. <https://doi.org/10.1117/1.jbo.20.4.040901>
- Lee, Young-Keun. (2015). Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. *Journal of Biomedical Optics*, 20(4), 045002. <https://doi.org/10.1117/1.jbo.20.4.045002>
- Li, Q. (2019). Effects of Luting Composites on the Resultant Colors of Ceramic Veneers to Intended Shade Tab. *Journal of Prosthodontics*, 28(3), 327–331. <https://doi.org/10.1111/jopr.12585>
- Madhavan, S., & Anand. (2015). Methods of strengthening ceramics. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(10), 873–877.
- Magne, P., & Belser, U. (2002). Bonded Porcelain Restorations in the Anterior Dentition: A Biomimetic Approach. *IL: Quintessence*.
- Mclaren, E. A., & Figueira, M. D. C. J. (2015). 59B50Dee-F3F3-449B-a174-1B066E7Cfa6B. (March).
- Motro, P. F. K., Kursoglu, P., & Kazazoglu, E. (2012). Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 108(4), 231–237. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60168-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60168-1)

- Mundim, F. M., Garcia, L. D. F. R., Cruvinel, D. R., Lima, F. A., Bachmann, L., & Pires-De-Souza, F. D. C. P. (2011). Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *Journal of Dentistry*, 39(SUPPL. 1), 25–29. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.12.001>
- Niu, E., Agustin, M., & Douglas, R. D. (2013). Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of foundation restoration. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 110(6), 501–509. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.09.004>
- Niu, E., Agustin, M., & Douglas, R. D. (2014). Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 111(1), 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.09.005>
- Pegoraro, T. A., da Silva, N. R. F. A., & Carvalho, R. M. (2007). Cements for Use in Esthetic Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 453–471. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.02.003>
- Pereira J., Monteiro, P., Maurício, P., Serro A. P. e Di Paolo, R. (2015). *Interaction of fluorescence of resin cements with glass ceramics.*
- Pires, L. A., Novais, P. M. R., Araújo, V. D., & Pegoraro, L. F. (2017). Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(1), 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.04.003>
- Rafael, C. F., Güth, J. F., Kauling, A. E. C., Cesar, P. F., Volpato, C. A. M., & Liebermann, A. (2017). Impact of background on color, transmittance, and fluorescence of leucite based ceramics. *Dental Materials Journal*, 36(4), 394–401. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-322>
- Sarikaya, I., & Güler, A. U. (2011). Effects of different surface treatments on the color stability of various dental porcelains. *Journal of Dental Sciences*, 6(2), 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2011.03.001>
- Shiraishi, T., Wood, D. J., Shinozaki, N., & Van Noort, R. (2011). Optical properties of base dentin ceramics for all-ceramic restorations. *Dental Materials*, 27(2), 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.001>
- Soares, N. W. P., Corrêa, G. de O., Lopes, M. B., Hoepfner, M. G., Penteadó, M. M., & Besegato, J. F. (2016). Cementation of Zirconia-Based Ceramics Parts. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Reserach*, 15(1), 118–122.
- Turgut, S., & Bagis, B. (2011). Colour stability of laminate veneers: An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 39(SUPPL. 3), e57–e64.

- <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.11.006>
- Turgut, S., Bağış, B., Korkmaz, F. M., & Tamam, E. (2014). Do surface treatments affect the optical properties of ceramic veneers? *Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(3), 618–624. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.04.001>
- Vichi, A., Louca, C., Corciolani, G., & Ferrari, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. *Dental Materials*, 27(1), 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.018>
- Volpato, C. Â. M., Monteiro, S., de Andrada, M. C., Fredel, M. C., & Petter, C. O. (2009). Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dental Materials*, 25(1), 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.04.013>
- Xing, W., Chen, X., Ren, D., Zhan, K., & Wang, Y. (2017). The effect of ceramic thickness and resin cement shades on the color matching of ceramic veneers in discolored teeth. *Odontology*, 105(4), 460–466. <https://doi.org/10.1007/s10266-016-0287-9>
- Yamamoto, S., Hosoya, Y., Tsumura, N., & Ogawa-Ochiai, K. (2012). Principal component analysis for dental shade color. *Dental Materials*, 28(7), 736–742. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.03.010>
- Yu, B., & Lee, Y. K. (2008). Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *Journal of Dentistry*, 36(10), 840–846. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.06.003>