



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ALTERAÇÕES DE COR PROVOCADAS POR DIFERENTES
CIMENTOS DE RESINA**

Trabalho submetido por
Beatriz Maggesi de Paiva Morão Formosinho
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Setembro de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ALTERAÇÕES DE COR PROVOCADAS POR DIFERENTES
CIMENTOS DE RESINA**

Trabalho submetido por
Beatriz Maggesi de Paiva Morão Formosinho
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor José Alexandre Reis

e coorientado por
Mestre Joana Pereira

Setembro de 2019

AGRADECIMENTOS

A elaboração de uma tese de mestrado, é por definição, a execução de um trabalho de responsabilidade individual. Contudo, a minha não teria sido possível sem o auxílio e aporte de inúmeras pessoas.

Inicialmente gostaria de agradecer ao meu orientador, o Prof. Doutor José Alexandre Reis, por toda a cooperação, pelo tempo dispensado, pela atenção prestada e por todos os ensinamentos.

À professora Joana Pereira, responsável pela coorientação deste trabalho por toda a disponibilidade e dedicação

.

Ao Professor Doutor Francisco Martins pelo apoio e ajuda na elaboração deste trabalho.

Gostaria ainda de agradecer ao Instituto universitário Egas Moniz, por ter sido a minha segunda casa, a todos os docentes e ao Instituto Superior Técnico por possibilitar a execução deste trabalho.

Aos meus pilares, os meus queridos pais e restante família pelo apoio incondicional, por toda a motivação, dedicação e incentivo!

E por último, mas não menos importante, às minhas colegas e amigas, pela amizade, paciência e força ao longo destes 5 anos .

A todos um obrigada do fundo do coração!

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo baseia-se na avaliação in vitro das alterações de cor da cerâmica de dissilicato de lítio quando utilizada com diferentes combinações de cimentos, fazendo variar a espessura e a sua cor.

Materiais e Métodos: Foram obtidos discos de cerâmica de dissilicato de lítio IPS e.max Press HT (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) na cor A2 com espessuras 0,5 mm e 0,8 mm, e diâmetro de 12 mm. Para simular o substrato foram produzidos discos de resina composta FilteK Supreme XTE Body cor A3 com espessura de 1mm e diâmetro de 12 mm. Todas as amostras foram polidas e emparelhadas de forma aleatória de modo a fazer três grupos cada um com 10 amostras. Posteriormente ao tratamento de superfície, a amostras de cerâmica foram cimentadas aos discos de resina de acordo com os grupos formados, cimento Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cores Light e Neutral. Os resultados foram obtidos através do espectrofluorômetro SPEX Fluorolog® 2I2I (Horiba, Kyoto, Japão).

Resultados: Relativamente à influência que a espessura tem na transmissão de fluorescência na restauração final, verificou-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre as duas espessuras. Relativamente à desigualdade de diferentes matérias de cimentação Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor Light e na cor Neutral, também se observaram diferenças estatisticamente significativas na transmissão de fluorescência.

Conclusão: A fluorescência das cerâmicas é influenciada pela sua espessura e pelos materiais de cimentação.

Palavras-chave: Fluorescência, Cerâmica dissilicato de lítio, Cimento, Espessura

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is based on the in vitro evaluation of the color changes of lithium disilicate ceramics when used with different cement combinations, varying the thickness and color.

Materials and Methods: lithium disilicate ceramic: IPS e.max Press HT (Ivoclar Vivadent, Schaan), Liechtenstein discs were obtained in color A2 with thickness 0.5 mm and 0.8 mm and diameter 12 mm. For substrate simulation composite resin discs, FilteK Supreme XTE Body A3 color were produced with 1mm of thickness and 12mm diameter.

All samples were polished and randomly paired to make three groups each with 10 samples.

After surface treatment, the ceramic samples were cemented to the resin disks according to the groups formed, Variolink ® cement.Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) Light and Neutral colors.

Results were obtained using the SPEX Fluorolog® 2I2I Spectrofluorometer (Horiba, Kyoto, Japan).

Results: Regarding the influence that thickness has on fluorescence transmission in the final restoration, it was found that there are statistically significant differences between the two thicknesses. Regarding the inequality of different cementation materials Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) Light and Neutral, statistically significant differences were observed in fluorescence transmission.

Keywords: Fluorescence, Lithium Disilicate Ceramics, Cement, Thickness

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Propriedades óticas	15
1.1.1. Propriedades óticas dos dentes naturais	15
1.2. Aspectos físicos da cor	15
1.3. Análise Tridimensional da cor	17
1.3.1. Propriedades óticas primárias	17
1.3.1.1. Matiz	17
1.3.1.2. Croma	17
1.3.1.3 Valor	17
1.4. Influencia dos tecidos dentários na cor	18
1.5. Propriedades óticas secundárias	19
1.5.1. Metamerismo	19
1.5.2. Iridescência	19
1.5.3. Brilho de Superfície	20
1.5.4. Translucidez	20
1.5.5. Opalescência	21
1.5.6. Fluorescência	21
1.6. História das Cerâmicas	24
1.7. Definição, Composição e Características da cerâmica	25
1.8. Aplicação das cerâmicas em Medicina dentária	26
1.9. Propriedades gerais da cerâmica	27
1.9.1. Propriedades Mecânicas	27
1.9.2. Propriedades óticas	28
1.9.3. Vantagens da Cerâmica	28
1.9.4. Desvantagens da Cerâmica	29

1.10.	Fluorescência das Cerâmicas.....	30
1.11.	Teoria da fluorescência molecular	31
1.12.	Materiais de cimentação em Medicina Dentária	33
1.12.1.	Requisitos gerais para os agentes de cimentação.....	33
1.12.2.	Escolha dos cimentos	35
1.12.3.	Cimentos de Resina	35
1.13.	Adesão à superfície Cerâmica	37
1.14.	Propriedades óticas dos cimentos.....	38
2.	OBJETIVOS	41
3.	HIPÓTESES.....	42
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1.	Materiais.....	43
4.2.	Métodos.....	44
5.	ANALISE ESTATÍSTICA.....	49
6.	RESULTADOS	50
6.1.	Fluorescência Inicial de compósito	50
6.2.	Fluorescência Inicial da cerâmica	51
6.3.	Fluorescência das amostras cimentadas	52
7.	DISCUSSÃO	53
8.	CONCLUSÃO.....	57
8.1.	Relevância clínica	58
8.2.	Perspetivas Futuras	59
9.	REFERÊNCIAS.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espectro de luz ultravioleta (Adaptado de Aguirre A. 2018)	22
Figura 2. Diferença de fluorescência entre o esmalte e a dentina (Adaptado de Soares P.V 2017).....	23
Figura 3. Sistemas cerâmicos odontológicos quanto a sua tenacidade (Adaptado César P.F. 20179)	27
Figura 4A e 4B. Fluorescência dentária e em diferentes tipos de restaurações (Adaptado Soares P.V 2017.....	30
Figura 5. Fenómeno de fosforescência, fluorescência e de absorção. (Adaptado do Departamento de Química da Universidade Federal Juiz de Fora 2018)	32
Figura 6. Esquema de interfaces de união durante a cimentação de uma faceta cerâmica de dissilicato de lítio (Adaptado de Noorte R.V 2010)	37
Figura 7. Comparação da restauração com cimentos com e sem fluorescência (Soares P.V 2017).....	38
Figura 8. Fluorescência dos cimentos de resina (Adaptado de Soares P.V 2017).....	39
Figura 9 Esquema das leis de refração da luz	39
Figura 10A,10B.,10C. Comparação da utilização de diferentes cimentos de resina (Adaptado de Soares P.V 2017)	40
Figura 11. Preparação dos discos de cerâmica (Imagens cedida pela Mestre Joana Pereira).....	44
Figura 12. Discos de cerâmica e Resina	45
Figura 13. Cimento de resina Variolink® Esthetic LC	45
Figura 14. Esquema do tratamento de superfície de Restauração Indireta (Cerâmica)	47
Figura 15. Espectrofluorómetro Fluorolog® 2I2I, no decorrer da leitura de uma amostra	48
Figura 16. Suporte para leitura da amostra pronta (1); Local de colocação das amostras para leitura já com o suporte e a amostra montada (2); Resultado da Leitura da fluorescência no computador	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Relação entre os tecidos dentários e as dimensões da cor (adaptado Parreira G.G., Santos L.M. 2005).....	18
Tabela 2. Classificação de cerâmicas segundo indicação clínica (Adaptado Parreira G.G., Santos L.M.,2005)	26
Tabela 3 Componentes e reação de presa dos cimentos de resina (Adaptado Anuvavice K et al 2013).....	36
Tabela 4. Composição dos materiais usados para controlo	43
Tabela 5. Composição do cimento de resina	43
Tabela 6. Composição e indicação dos materiais usados para a cimentação	44
Tabela 7. Cálculo do valor médio da fluorescência do compósito e desvio padrão das amostras de compósito	50
Tabela 8. Cálculo do valor médio da fluorescência da cerâmica e desvio padrão das amostras cerâmicas	51
Tabela 9. Cálculo do valor médio e desvio padrão nas amostras de cerâmicas cimentadas	52

LISTA DE SIGLAS

Bis-GMA - Bisfenol A-glicidil metacrilato

CIV – Cimento de ionómro de vidro

IUPAC - União Internacional de Química Pura e Aplicada

MDP – 10-Metacrilóiloxidecil di-hidrogénio fosfato

m – Metros

mm – milímetros

MPa – Megapascal

MPa.m^{1/2} - tenacidade à fratura obtida pelo método SEVNB

nm – nanómetros

TEGDMA - Trietileno glicol dimetacrilato

UDMA - Dimetacrilato de uretano

°C – Graus Celsius

% - Percentagem

1. INTRODUÇÃO

1.1. Propriedades óticas

1.1.1. Propriedades óticas dos dentes naturais

A morfologia dentária pode ser dividida em três elementos: cor, forma e textura, que necessitam de estar em equilíbrio para se conseguir um efeito esteticamente agradável. (Parreira G,G , Santos L.M 2005 cap. 4 p. 111) A estrutura do dente influencia a sua cor (Anusayice K.J 1998 Cap.3 p.463-434), este é composto por polpa, dentina e esmalte, tornando-o num órgão policromático. A cor dos dentes depende tanto de fatores extrínsecos (absorção de substâncias como café, chá ou clorexidina) como de fatores intrínsecos (obtidas pela interação entre o esmalte, a sua espessura, e a cor da dentina.) (Gregoret J., et al 2008 ; Baratiere et al 1995)

A dentina é mais opaca do que o esmalte, refletindo grande quantidade de luz, já o esmalte é constituído por prismas e bastonetes muito pequenos, conferindo-lhe uma camada cristalina. (Anusayice K.J 1998 Cap.3 p.463-434)

Tanto a cor dos dentes como das restaurações cerâmicas são significativamente influenciadas pela cor dos lábios e faz gengivas (Pegoraro L.F. et al 1998), sendo necessário reconhecer todos os fatores que alteram a cor. (Okeson J.P., 1990)

1.2. Aspetos físicos da Cor

Durante vários anos, a escolha da cor de restaurações era feita de forma empírica. (Vanini L., 1996) Atualmente, com o avanço da ciência há uma maior exigência estética por parte dos pacientes. Segundo Feitosa D. et al 2009, acreditam que dentes mais brancos e vistosos estejam associados a saúde, jovialidade, sucesso e prestígio socioeconómico. Conceitos básicos como a cor, forma, textura, tamanho e brilho são essenciais para um sorriso atrativo e harmonioso. (Ribeiro L.; Grajeda F. 2019; Levin L et al 2007)

A luz é uma radiação eletromagnética que pode ser decomposta em vários comprimentos de onda, dando origem a um amplo espectro de ondas de rádios (comprimentos de onda maiores menor frequência) e raios cósmicos (Comprimentos de onda menores que 10 -

13m (Prol R. 2001). É detetada pelo olho humano nos comprimentos de onda de 400 a 700nm. (Anusayice K.J 1998 Cap.3 p. 18-28)

Todas as cores que conseguimos ver são misturas de comprimentos de onda dentro deste intervalo, (Chu S. et al 2004) o espectro pode ser demonstrado a partir do gráfico de curva espectral, ou espectro de cor. (Sproull R. 2001)

Para que o olho humano note um objeto este deve refletir ou transmitir a luz incidente. (Anusayice K.J 1998 Cap.3 p. 18-28)

Segundo Pegaroro I.F et al 1998 e Okeson J.P, 1999 um feixe de luz que incida sobre um dente é capaz de originar quatro fenómenos:

- Transmissão especular da luz através do dente
- Reflexão especular/ difusa de luz à superfície
- Absorção e difusão de luz dentro dos tecidos dentários
- Refração da luz à superfície (Yamamoto 219-347)

No dente os principais responsáveis pela absorção e difusão da luz são os cristais de hidroxiapatite do esmalte, já na dentina são os túbulos os principais responsáveis por este fenómeno. (Pegaroro I.F et al 1998)

1.3. Análise tridimensional da cor

As propriedades óticas podem ser decompostas em primárias ou secundárias. As primárias foram descritas da forma como as utilizamos pelo pintor Americano Albert Munsell que em 1898 decompôs a cor em três dimensões: Matiz, Croma e Valor (O'sullivan M., 2005; Vanini L. 1999).

1.3.1 Propriedades óticas primárias

1.3.1.1. Matiz

É a cor base do dente (Vanini L. 2011), refere-se a um comprimento de onda específico no espectro de luz visível. (Caro A. et al 2005)

Em Medicina dentária a escala Vita® de cores, comumente utilizada em Dentisteria e Prótese, encontramos quatro matizes: A (Vermelho-Castanho), B (Laranja-Amarelo), C (verde-cinza), D (Rosa-Cinza). (Vanini L. 2011)

1.3.1.2. Croma

É o grau de saturação e intensidade da cor de uma determinada matiz. (Da Costa F. 2003) Nos dentes a croma é dada pela dentina, dependendo a sua espessura e da translucidez do esmalte. (Urzal V. 2009) De um modo geral são os caninos que apresentam mais croma, seguindo-se os pré-molares e os incisivos. (Howat A. et al 1992)

1.3.1.3. Valor

Esta dimensão refere-se à luminosidade ou ao brilho que um objeto consegue refletir. (Monerat R. 2017). Assim a cor preta não possui qualquer luminosidade, enquanto que a cor branca manifesta a quantidade máxima luminosidade. (Vanini L. 2011)

Segundo Magne P. & Belser U. (2002), das três dimensões é o mais importante, uma vez que as suas discrepâncias são as mais perturbadores esteticamente.

Na tabela 1, comparamos a relação entre as dimensões da cor e os tecidos dentários

Tabela 1. Relação entre os tecidos dentários e as dimensões da cor (adaptado Parreira G.G., Santos L.M. 2005)

Matiz	Cor	Característica relacionada com a dentina
Croma	Intensidade da cor	Característica dependente da dentina e da espessura do esmalte
Valor	Quantidade de brilho	Afetado pela quantidade e transparência do esmalte, maior ou menor presença do branco ou cinza.

1.4. Influencia dos tecidos dentários na cor

Vanini L. (1996) diz-nos que a dentina é a principal responsável pela matiz e croma dos dentes naturais. É composta por 70% de cristais de hidroxiapatite, 20% de material orgânico e o restante é água. Como tem um baixo conteúdo mineral, comparativamente com o esmalte, e alto conteúdo orgânico explica a menor translucidez. Com o envelhecimento sofre grandes alterações quer óticas quer pela deposição de tecidos reacionais (pigmentação) (Magne P. & Belser U.,2002)

O esmalte, por sua vez, é composto por 95% de tecido mineralizado e duro e 5% de matéria orgânica e água, (Touati B. et al 2000) a sua translucidez aliada a disposição dos prismas, promove-lhe um comportamento capaz de transmitir luz até à dentina subjacente. (Vanini L. 1996)

Embora, com já anteriormente dito, a croma e a matiz sejam características da dentina é a variação da espessura do esmalte que determina a expressão da cor. Segundo Munsell, o esmalte é responsável pela luminosidade e pela mudança gradual de tons na coroa dos dentes. (Da Costa F. 2003) Esta mudança deve-se a fenómenos de luz como a reflexão, transmissão, translucidez, opalescência, fluorescência, espessura, tipo de superfície, do que à cor propriamente dita. (Villarrol A. et al. 2005)

1.5. Propriedades óticas secundárias

A cor não é propriedade de um corpo, mas sim da luz que este reflete assim temos que ter em conta as propriedades óticas dos tecidos dentários (Okeson J.P, 1999).

Com o passar dos tempos percebeu-se que o sucesso estético de uma restauração direta ou indireta, não passava apenas pela matriz, croma, valor, mas sim pelo entendimento correto da dinâmica da luz nos tecidos dentários. (Sieber C. 1993)

Por essa razão para a reprodução mais fidedigna de um dente natural são necessários conhecimentos de fenómenos óticos como o metamerismo, iridescência, brilho de superfície, translucidez, opalescência e fluorescência. (Sieber C. 1993; Urzal V. 2009)

1.5.1. Metamerismo

Caracteriza-se pela capacidade de uma substância mudar de cor consoante o tipo de iluminação. Dois objetos podem parecer ter a mesma cor à luz do dia, mas diferentes quando iluminados por luz de tungsténio. (Sorenson J., Torres T, 1987)

A probabilidade de ocorrência é imenso, principalmente quando são comparadas substâncias compostas por materiais diferentes (Por exemplo, dentes e materiais restauradores). Acontece devido à capacidade de reflexão, refração, absorção e transmissão de luz do dente. (Urzal V. 2009)

Também é possível o metamerismo do observador, este fenómeno dá-se quando a fonte de luz não é alterada, mas sim os observadores (explicado pelas diferentes respostas dos neurónios gerada pela ação da luz nos cones e bastonetes). (Da Costa F, 2003)

1.5.2. Iridescência

Mais do que uma propriedade é o efeito produzido pela interferência da luz (refração ou difração) num objeto onde resulta num arco-íris. É consequência da oscilação da luz entre o esmalte e a dentina. (Campos M. et al 2005, Keith J. et al 1956)

1.5.3. Brilho de Superfície

A morfologia da superfície dentária afeta a quantidade e o tipo de reflexão de luz. (Pegoraro L. et al, 1998)

Longman define textura como uma superfície lisa ou rugosa de um material, essencialmente sentida pelo tato. A textura tem tanta influencia na reprodução das características dos dentes como a cor e a forma. Caracteriza-se por ser uma individualidade do esmalte. (Parreira G., Santos L.M 2005 cap. 4 p. 129-130)

A superfície do esmalte apresenta formações chamadas periquináceas que são sulcos rasos que formam linhas horizontais, e linhas verticais. Os dentes apresentam variadíssimas formas de textura, podendo ser altamente caracterizada e rugosa como totalmente polida. (Ten Cate A. 1980 p. 158-159, Chtche G., Pinault A., 1996) Uma superfície mais rugosa permite uma reflexão mais difusa, enquanto que a plana permite uma reflexão em que a luz tem uma única direção de entrada (um raio) e é refletida numa única direção de saída. (Pegoraro L. et al, 1998, Farin G., Hansford, D., 2005; Comminos, P.,2006)

1.5.4. Translucidez

Define-se translucidez como a capacidade de um material transmitir luz, (Salas. M. et al 2018), onde os fotões são dispersados, contrariamente à transparência. (Fox, M. 2002).

Aplica-se a todos os objetos em que lhes é incidida luz, sem que estes a reflitam, atravessando-os. (Howat A. Et al 1992)

Quanto mais luminoso é o dente, mais opaco é, pois quanto mais luminosidade se quer dar ao dente, maior necessidade de o saturar de branco. O branco é a cor mais opaca que existe, e por esta razão é que tem a capacidade de refletir luz. (Howat A. Et al 1992)

Paradoxalmente, as cerâmicas dentárias deveriam apresentar simultaneamente translucidez e opacidade para imitar a estrutura dentária. A opacidade está relacionada com a dentina que reflete a luz, o esmalte, por sua vez, comporta-se como um objeto translucido que possibilita a passagem da luz até a dentina. Vemo-la pela dispersão da luz através nos cristais de hidroxiapatite. (Joiner A., 2004)

Ainda não existe nenhum produto cerâmico capaz de manifestar ambas as características em simultâneo. Para atenuar esta falha usa-se uma técnica de estratificação, usando uma

infraestrutura de cerâmica opaca, para a dentina, e uma translúcida para o esmalte. (Enfermam et al, 2002)

1.5.5. Opalescência

Este fenómeno ótico é atribuído ao esmalte, que consiste na sua capacidade de transmitir diferentes comprimentos de onda da luz. (Caro A. et al 2005)

A dispersão luminosa nos cristais microscópios de hidroxiapatite faz com que os primas de esmalte tenham a capacidade de transmitir ondas longas (tons vermelhos, alaranjados), enquanto ao mesmo tempo reflete as ondas curtas (tonalidades azuis, arroxeadas), agindo como um filtro. (Cho et al., 2009; Lang N., Guldener B. 1995)

Sobre a luz direta o esmalte apresenta uma cor azulada, sob uma luz indireta um tom alaranjado. (Gregoret J. et al 2008), sendo por isso importante identificar várias angulações de forma a diferenciar várias opalescências aquando a tomada de cor. (Caro A. Et al 2005)

Caro A. Et al 2005, afirma que a estrutura prismática dos cristais de hidroxiapatite são essenciais na decomposição da luz nas várias nuances de opalescência.

Na cerâmica este efeito é obtido usando diferentes esmaltes opalescentes, uns com cores azulados outros com cores alaranjadas. O protésico estratifica o esmalte em camadas de acordo com a natureza ótica do dente, garantindo efeitos estéticos satisfatórios. (Cho et al 2009)

1.5.6. Fluorescência

Foi nos inícios do século XVII que este fenómeno foi descoberto (Vanini L. 1996) Consiste numa manifestação luminosa, que ocorre nos dentes naturais quando os raios ultravioleta (não visíveis) são absorvidos num comprimento de onda entre 330 a 390nm, (Roesnert T. 2007) e depois emitidos no espectro visível de luz, (Monsenego G. et al 1993; Vanini L.1996) ou seja, ocorre em substancias que tem a capacidade de transformar ondas curtas não visíveis ao olho humano, em ondas longas visíveis numa tonalidade branca-azulada. (Da Costa F. 2003) Para que isto aconteça é necessários que a luz solar, ou outra iluminação ultravioleta excite os componentes fotossensíveis do esmalte e da dentina. (Roesner T., 2007)

O espectro ultravioleta pode ser dividido em três (figura 1): (Rudd K. 1967; Villarroel M. et al 2004)

- Ondas curtas (200 a 290nm) são as mais distantes do espectro visível, possuem propriedades antibacterianas e antivirais.
- Ondas médias (290 a 320nm) A sua função ainda não está completamente definida, no entanto sabe-se que conseguem provocar cancro e queimaduras de pele.
- Ondas longas (320 a 400nm) São estas ondas que produzem o fenómeno de fluorescência, usualmente conhecidas como “luz negra”.

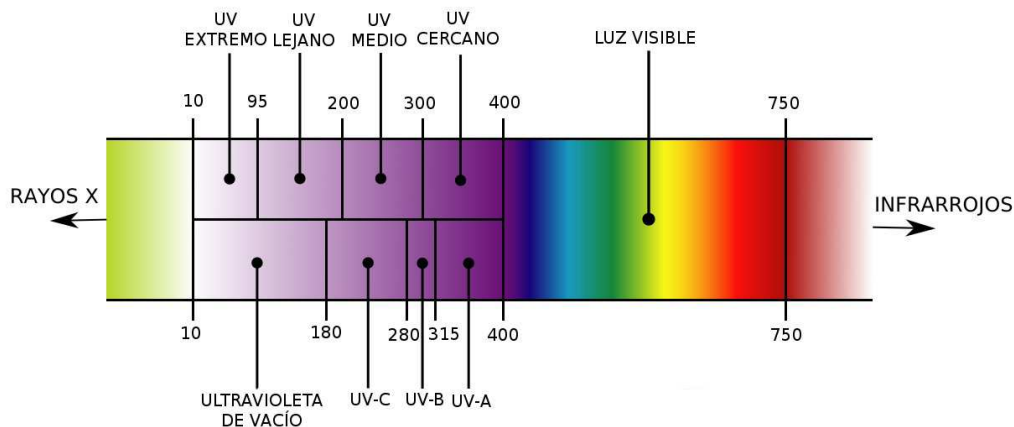


Figura 1. Espectro de luz ultravioleta (Adaptado de Aguirre A. 2018)

Desci D. 2001 considera que a fluorescência é a maior responsável pelo aspeto de vitalidade dos dentes.

A fluorescência relaciona-se com o grau de mineralização do tecido dentário, e embora esteja presente em todos os substratos, é na dentina que é mais intensa (Três vezes mais que o esmalte) (Monsenego G. et al 1993) (Figura 2) A grande diferença é explicada pelos aminoácidos específicos como o triptofano e fibras de colagénio. (Scalco V., Francci C. 2017)

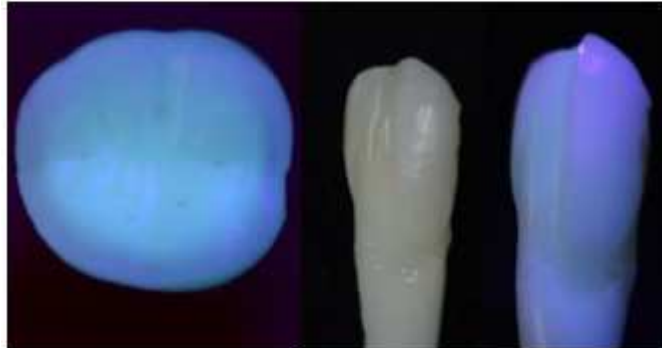


Figura 2. Diferença de fluorescência entre o esmalte e a dentina (Adaptado de Soares P.V 2017)

Stiibel em 1911 foi o primeiro a estudar este fenómeno nos dentes naturais. (Clark C. 1932). Mas foi nos anos 50 que começou a atrair profissionais, porque houve várias publicações científicas que relatavam não apenas a fluorescência emitida pelos dentes, como também a sua importância nas restaurações. Num estudo in vitro Araki em 1990, demonstrou que a dentina das pessoas mais velhas apresentava cerca do dobro de fluorescência dos dentes dos mais jovens. (Araki et al 1990)

1.6. História das Cerâmicas

A palavra cerâmica tem origem no vocábulo grego, (*Keramos*), que significa argila. (Della Bona A. et al., 2004) No prelúdio do século XVII muitos chefes europeus gastaram enormes quantias na importação de porcelana proveniente da China (Plumb JH, 1971) Havia até então um desinteresse em loiças. O povo comia em pratos de madeira, e a nobreza em pratos de metal. Em circunstâncias festivas é que usavam pratos de prata ou ouro.

Só entre 1604 e 1657 mais de três milhões de peças foram importadas da China. (Plumb JH, 1971), A incapacidade de resposta a toda a procura do extremo oriente fez com que surgissem pesquisas para o desenvolvimento de uma porcelana europeia, no entanto sem sucesso por mais de 200 anos (Kingery WD et al 1986). Houve quem fizesse imitações em óxido de estanho, que proporcionava a aparência branca da porcelana, mas que não conseguia imitar a sua translucidez. Para fabricar porcelana o material deveria permanecer ou tornar-se branco depois da queima, e deveria ser resistente para produzir vasos com paredes com menos de 3 mm de espessura. O segredo chinês só foi revelado em 1717 (Della Bona A. et al, 2004) pelo padre d'Entrecolhes, um missionário jesuíta na china, que estando entre as pessoas e os seus locais de trabalho conseguiu reunir amostras dos materiais usados, enviando para França a descrição detalhada da produção de porcelana. Eram utilizados três componentes básicos: caulino (argila chinesa), sílica (quartzo) e feldspato (mistura de silicatos de alumínio, potássio e sódio) (Della Bona A. et al, 2004). A partir de então foi possível produzi-la em várias tonalidades e cores e não demorou muito para que o potencial em Medicina Dentária fosse reconhecido. Foi em 1728 que o francês Pierra Fauchar, sugeriu a construção de próteses dentárias em cerâmica, (Yamada, 1977) mas só em 1774 é que Alexis Duchateau, farmacêutico, insatisfeito com as suas próteses em marfim, facilmente manchadas, porosas e muito pouco higiénicas considerou substituí-las por cerâmica. Com ajuda de Nicholas Dubois de Chemant em 1790 fabricaram a primeira prótese bimaxilar totalmente em cerâmica. (Jones,1985) A arte das cerâmicas foi então incorporada na medicina dentária. (Kelly.J. R, et al 1996). Segundo Land C. 1903 no final do século XIX apareceram as primeiras próteses parciais fixas em cerâmica, altamente utilizadas. Nos anos 50 do século XX adicionou-se leucita às cerâmicas com o objetivo de aumentar o coeficiente de expansão térmica permitindo a sua fusão com algumas ligas áureas para a execução de coroas totais

e próteses fixas melhoradas (Kelly.J. R, et al 1996). Em Inglaterra foram desenvolvidas cerâmicas feldspáticas, às quais foi incorporado 40 a 50% de cristais de alumina, com o propósito de aperfeiçoar a resistência das coroas, sem supliciar a estética. (W. McLean, et al 1965). Desde então houve grande evolução nas cerâmicas, e no fim do século XX, inúmeros sistemas inovadores foram inseridos no mercado (Malena J. W., et al 1976) sempre com intuito de melhorar tanto propriedades físicas como mecânicas das cerâmicas. (Gomes, E. A. et al 2008). Atualmente muitos materiais descritos como cerâmicas já nada tem a ver com as porcelanas originais (Noort R.V. 2010; 225-227). Concluindo-se que toda a porcelana é uma cerâmica, mas nem toda a cerâmica é uma porcelana. (Cesar.P.F 2017; Noort, R.V.2010; 225-227)

1.7. Definição, Composição e Características da Cerâmica

As cerâmicas dentárias são definidas como materiais constituídos por elementos metálicos (Alumínio, Cálcio, Lítios, Magnésio, Potássio, Sódio, Zircônica e Titânio) e não metálicos (Oxigênio, Silício, Boro e Fluor). (Bona A.D et al 2004; 338–344)

Apresentam-se em duas fases: uma fase cristalina e uma fase vítrea (E. A. Gomes et al.2008; 319-325). A fase vítrea relaciona-se com a expansão térmica (A. Della Bona, C. Shen, K. J., 2004 338), já a fase cristalina está vinculada às propriedades mecânicas e óticas (R. G. Craig, (2004) p.575)

São caracterizadas pela exímia reprodução das características naturais dos dentes (E. A. Gomes et al. 2008;p.319-325), como a fluorescência, opacidade, translucidez e opalescência (Cesar P.F 2017), pela biocompatibilidade (manutenção da textura e cor por longos períodos de tempo, alta estabilidade química e grande resistência à abrasão) (Cesar P.F 2017). São também caracterizadas pela baixa tenacidade à fratura, (Cesar P.F 2017) natureza refratária, friabilidade e inércia química. (E. A. Gomes et al 2008; p.319-325).

1.8. Aplicação das cerâmicas em Medicina Dentária

As cerâmicas utilizadas em Medicina dentária são essencialmente para uso de próteses fixas. Contudo as cerâmicas como zircônica podem ser empregues para núcleos endodônticos, implantes, ou pilares de implantes. (Anusayice K.J 1998 Cap.3 p.423-424)

Na tabela 2 está demonstrado alguns exemplos e indicações.

Tabela 2. Classificação de cerâmicas segundo indicação clínica (Adaptado Parreira G.G., Santos L.M.,2005)

Indicação		Exemplo
Restaurações	Facetas Onlay-Inlay Coras	IPS e.max ® (Ivoclar Vivadent)
Infra- estruturas	Coroas Unitárias	Procera® AllCeram (Nobel Biocare)
	Pontes Parciais Fixas	InCeram AllCeram® (Vita Zahnfabrik
Cobertura	Infraestruturas metálicas	Cratino® (Creation)
	Infra-estrutura Cerâmica	Cerabien® (Noritake Co.)

Segundo Martins L. M. et al 2010, existe uma variedade imensa de classes cerâmicas, com diferentes propriedades e características com aplicabilidades distintas. No entanto, não existe nenhum sistema cerâmico que seja capaz de ser aplicado em todas as situações.

1.9.2. Propriedades óticas

Os sistemas cerâmicos são conhecidos pela sua translucidez. (Kelly J. R., 1996) Esta translucidez está relacionada com o conteúdo cristalino e ao tipo de cristal presente na microestrutura. Quanto maior o conteúdo cristalino, menor será a translucidez do material, (Cesar P.F 2006) ou seja, quanto mais translucido for o sistema, mais indicado será em casos onde a estética é extremamente requerida. (Martins, L. M. et al 2010). No entanto, existe uma proporção inversa entre a translucidez e a resistência e, para aumentar os valores de resistência à fratura foi necessário o aumento do conteúdo cristalino na composição das cerâmicas. (Sorensen J. A. et al 1999)

Dada a evolução de novas tecnologias, desenvolveram-se cerâmicas vítreas de alta resistência (210 a 540 Mpa) com as mesmas vantagens óticas, que podem ser reforçadas por dissilicato de lítio ou com junção de dióxido de zircônio. (Rolin et al., 2013; Mazaro et al., 2016) Estas cerâmicas viabilizam a confecção de restaurações tipo onlay, overlay, inlay, coras, facetas, próteses fixas até três elementos tanto na região anterior como posterior. (Barreto M.K.R et al 2018 p.61-62)

Sistemas cerâmicos odontológicos quanto à sua composição, espessura mínima recomendada para utilização, desempenho estético e resistência. (Adaptado Raposo et al 2015)

1.9.3. Vantagens das cerâmicas

Como já referido anteriormente as cerâmicas tem a capacidade de reproduzir fenômenos óticos da estrutura dentária. (Andrade G.S 2013), resultando numa excelente estética que segundo (Noort R.V 2010; p.229-230) não se deteriora com o tempo. Resultando num aumento significativo nas indicações de restaurações em cerâmica. (Raposo et al 2015)

Para além de serem quimicamente muito estáveis, a sua condutividade térmica e o coeficiente de expansão térmica é muito semelhante ao do esmalte e da dentina. (Noorte R.V 2010; p.229-230) Possuem excelente biocompatibilidade, que está intimamente relacionada com sua capacidade de manter a cor e a textura por longos períodos de tempo.

(Andrade G.S 2013) Apresentam alta resistência e durabilidade, excepcional lisura superficial, resistência à abrasão e baixa acumulação de placa bacteriana, rigidez compatível com as estruturas dentárias e resistência à abrasão (Soares PV et al 2014; Anusavice KJ et al 2013)

1.9.4. Desvantagens das cerâmicas

Ainda que com todas as vantagens anteriormente referidas, as cerâmicas também possuem características indesejáveis que condicionam o uso destas. Referimo-nos à baixa tenacidade à fratura, e ao alto potencial de desgastar o esmalte do dente antagonista, principalmente quando o paciente apresenta hábitos parafuncionais ou o antagonista está estruído (Belli et al 2014). Não estão indicadas em coroas clínicas curtas, quando o trespasse vertical é profundo e em pilares comprometidos peridontalmente. (Raigrodski A.J.2004; Raposo L.H et al 2015)

1.10. Fluorescência das cerâmicas

Como já referido anteriormente, a fluorescência é uma propriedade ótica que não deve ser dispensável nas restaurações estéticas. A grande maioria dos materiais restauradores ou não apresenta fluorescência, ou apresenta uma fluorescência diferente à dos dentes. (Roesner T. 2007) (Figura 4A e 4B)



Figura 4A e 4B. Fluorescência dentária e em diferentes tipos de restaurações (Adaptado Soares P.V 2017)

Baran G, O'brien W. e Tien T. em 1977 estudaram a incorporação de Urânio e Cério nas Lcerâmicas dentarias como componentes fluorescentes. No entanto, como a queima das cerâmicas ocorre próximo dos 1000° C, estas substâncias utilizadas a altas temperaturas não produzem uma cor branco-azulado característica do dente. Para além disso o urânio é um componente radioativo, não sendo permitido a sua utilização em humanos, mesmo que em doses muito baixas. Ainda desenvolveram um estudo para a possibilidade de uso de terras raras como componentes fluorescentes nas cerâmicas. (Monsenego G. et al., 1993). Os metais de terras raras segundo a IUPAC são 17 elementos químicos que pertencem ao grupo dos

lantânídeos mais o escândio e o ítrio. (Isolani T. 2005)

Baran G, O'brien W. e Tien T. em 1977, agregaram as terras raras ao vidro de potássio feldspático, mediram o seu espectro de emissão e concluíram que os íons de terras raras serviam como elementos adicionais a fluorescência para vidros com composição semelhante às das cerâmicas dentárias. Os mais utilizados são o európio, térbio, cério e itérbio, funcionam como luminíferos, no entanto nenhum reproduz a fluorescência dos dentes naturais. (Magne P., Belser U. 2002)

Clinicamente, observou-se que a forma de compensar esta deficiência era a utilização de cimentos de resina, que emitem fluorescência através da cerâmica. (Scalco V., Francci C. 2017)

1.11. Teoria da fluorescência molecular

Mais detalhadamente, a fluorescência, baseia-se numa manifestação luminosa em que as moléculas são excitadas pela absorção de uma radiação eletromagnética. O elétron ao absorver esta radiação passa para um nível orbital mais energético. Quando volta para o seu nível (estado fundamental) emite luz. (Villarreal M. et al 2004; (Catelan et al., 2015).) Segundo Skoog D. et al 2006, todas as moléculas capazes de fazer absorção tem competência para a fluorescência, no entanto, muitas substâncias não o fazem porque a passagem para o estado fundamental é mais rápida do que a emissão de fluorescência. (Skoog D. et al 2006, cap. 27 p.782-785)

A sua medição faz-se pela excitação de uma amostra de comprimento de onda de absorção onde se mede o valor mais alto (Comprimento de onda de fluorescência). (Skoog D. et al 2006, cap. 27 p.782-785)

Por exemplo: a região incisal do dente costuma absorver radiação cerca de 340nm (Stephem J., Ahmad I. 2003), a molécula exibe fluorescência com emissão máxima de 450nm (Hall J. et al 1970). Normalmente a emissão de fluorescência é medida em ângulo reto para evitar interferência do feixe incidente. Uma emissão de curta duração chama-se fluorescência, quanto que uma de maior luminescência é chamada de fosforescência. (Skoog D. et al 2006, cap. 27 p.782-785)(Figura 5)

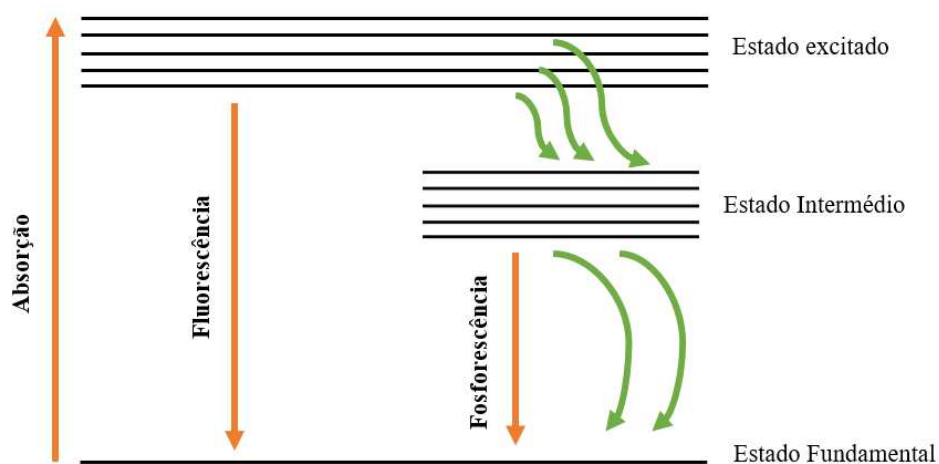


Figura 5. Fenómeno de fosforescência, fluorescência e de absorção. (Adaptado do Departamento de Química da Universidade Federal Juiz de Fora 2018)

1.12. Materiais de cimentação em Medicina dentária

A maioria dos materiais disponíveis para cimentação das próteses fixas, facetas, inlays, coras no século XX eram o cimento de óxido de zinco eugenol e o cimento de fosfato de zinco, só no final do século é que houve uma grande evolução tanto nos materiais (cimento de poliacrilato de zinco, ionómero de vidro, ionómero de vidro modificado por resina, cimentos de resina) como nos procedimentos adesivos. ((Noorte R.V 2010; cap 3.8 p.257)

O fosfato de zinco tem uma longa história de sucesso clínico, (Hill E. 2007) em relação aos outros cimentos apresenta como vantagem o baixo custo. (Cohn P. et al 2009) no entanto a sua acidez e alta solubilidade permitem o aparecimento de infiltrações marginais.

Segundo Pena C. 2008, a cimentação é uma etapa fundamental no protocolo clínico de restaurações indiretas. Antigamente a restauração dependiam apenas da forma geométrica do preparo. Hoje em dia essa retenção pode ser melhorada com união química. (Ribeiro C., 2007) Atualmente os cimentos autoadesivos tem ganho popularidade pela sua fácil aplicação e pelas propriedades adesivas, que apesar de boas são menores do que nos cimentos que utilizam sistema adesivo. (Bohn P. et al 2009)

1.12.1. Requisitos gerais para os agentes de cimentação

- Biocompatibilidade - Uma vez que o cimento vai estar em contacto com a dentina é importante reduzir a sensibilidade pós-operatória, e prevenir a inflamação pulpar. O cimento funciona como barreira às bactérias e com um bom selamento marginal tem possíveis propriedades
- Retenção - O cimento tem como função fornecer retenção à restauração. Nalguns cimentos à base de água é a geometria do preparo que confere a retenção, como é o caso do fosfato de zinco. Para uma adesão ser melhorada é necessária uma união adesiva, os cimentos de resina tornaram isso possível.

- Propriedades mecânicas - É necessário que o cimento entre o dente e a restauração consiga suportar grandes forças. Conseguir resistência à fratura, ter uma alta resistência à tração e conseguir resistir à fadiga. Beneficia-se se a restauração contenha uma boa adaptação marginal de forma a diminuir a quantidade de cimento.
- Selamento marginal - O cimento também deve fornecer um bom selamento marginal, de forma a prevenir ocorrência de carie. O cimento não deve ser solúvel ao meio oral de forma a manter o correto selamento.
- Pequena espessura - A espessura do cimento deve ser suficientemente fina para preencher a superfície entre a coroa/faceta/inlay e o dente para assegurar um bom selamento. Uma camada pode originar interferências, problemas oclusais com necessidades de ajuste.
- Facilidade de uso - Muitos dos cimentos são veiculados em sistemas pó-líquido e desde que as proporções na mistura sejam as corretas não chega a apresentar um problema. No entanto existe uma inclinação em produzir uma mistura levemente mais fluida, produzindo uma adaptação mais fácil e precisa. A melhor forma de os utilizar é seguindo à risca as recomendações do fabricante ou usar materiais encapsulados.
- Radiopacidade - É importante para o médico dentista conseguir distinguir o cimento do remanescente dentário de forma a que não leve a uma interpretação errada. Deve ser mais radiopaco que a dentina, facilitando a deteção de excessos, caries remanescentes etc.
- Estética - Embora não seja das considerações mais importantes para restaurações metalocerâmicas, nas restaurações totalmente em cerâmica é muito importante. Nas cerâmicas altamente translúcidas os cimentos de resina tem que ter cores adequadas, manter a sua estabilidade, translucidez e a textura de superfície.
- Baixo Custo (Noorte R.V 2010; cap 3.8 p.257-259; Rosenstiel S. et al 1998)

1.12.2. Escolha dos cimentos

Os cimentos podem ser divididos de várias formas, quanto ao tipo de adesão (à base de água, adesão resina-cerâmica, adesão resina-metal, adesão resina-resina), (Noorte R.V 2010; cap 3.8 p.259-272); quanto à sua longevidade (definitivos ou provisórios). Os cimentos provisórios são óxido de zinco com ou sem eugenol (Fleming & Addison, 2009; Öztürk, Bolay, Hickel & Ilie, 2013a), já os definitivos, Bottino M. et al 2002 afirma que existem seis: Cimento de fosfato de zinco, Policarboxilato de zinco, Cimento de ionómero de vidro (CIV), e ionómero de vidro modificado por resina, cimentos modificados por poliácidos (Compómeros) e Cimentos Resinosos.

Os cimentos definitivos podem ainda dividir-se em não adesivos ou adesivos. Os não adesivos como o nome indica, não tem adesão ao substrato, a retenção depende somente dos preparos dentários. Contrariamente os cimentos adesivos fazem uma ligação adesiva entre a restauração e o dente. (Freedman G. 2012 p.547-559)

Iremos focar-nos nos cimentos de resina, e na sua união com a cerâmica.

1.12.3 Cimentos de Resina

Anuvavice K et al 2013, define cimento resinoso como um material à base de resina que contem partículas com carga que quando polimerizadas formam um material compósito. Estes cimentos são aplicados após o condicionamento ácido, depois da aplicação dos agentes adesivos no esmalte e/ou na dentina. Normalmente estes cimentos tem uma viscosidade menor do que os materiais restauradores à base de resina compostas.

Estes cimentos ganharam prestígio como agentes de ligação nos últimos anos por adquirirem várias vantagens em relação ao fosfato de zinco tradicional, ou aos cimentos de ionómero de vidro. Por terem a capacidade de adesão de materiais restauradores aos tecidos dentários e maiores propriedades mecânicas. (Manso A.P et al 2011). Na tabela 3, estão demonstrados os Componentes e reação de presa dos cimentos de resina.

Tabela 3 Componentes e reação de presa dos cimentos de resina (Adaptado Anuvavice K et al 2013)

Formulação	Reagentes	Tipo de reação
Pasta única	Monómeros metacrilato, iniciadores	Polimerização fotoativada
<ul style="list-style-type: none"> • Pasta base • Pasta catalisadora 	<ul style="list-style-type: none"> • Monómeros metacrilato, partículas de carga, iniciadores para ativação foto ou química • Monómeros metacrilato, partículas de carga, ativador (presa química) 	Polimerização química e fotoativada ou apenas quimicamente
<ul style="list-style-type: none"> • Pó • Líquido 1 • Líquido 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Perolas de polimetil metacrilato (espessamento) • Monómeros de metacrilato • Catalisador 	Polimerização quimicamente ativada

Os cimentos de resina são as versões de baixa viscosidade das resinas compostas, usadas nas restaurações diretas. (Anuvavice K et al 2013, Tian et al., 2014) Este tipo de cimento é insolúvel nos fluidos orais. (Anuvavice K et al 2013)

Para promover a adesão dos cimentos à dentina, são incorporados monómeros tais como HEMA, 4-META, ácidos carboxílicos e um organofosfato como a MDP. Estes cimentos são compostos por dimetacrilatos, por uma matriz bis-GMA ou UDMA e por cargas inorgânicas. (Heintze, Rousson & Mahn, 2015)

A polimerização do cimento resinoso pode ocorrer de três formas: Através de ativação química, por fotoativação ou dupla ativação. Os cimentos fotoativados são menos usados por haver a possibilidade de uma polimerização incompleta (zonas de difícil acesso de luz), permitem melhor estabilidade de cor (Santos, Santos & Rizkalla, 2010), e são usados principalmente para a cimentação de facetas. Os mais utilizados são de dupla polimerização. (Anuvavice K. et al 2013) Estes permitem ao dentista controlar o tempo de trabalho e polimerizar zonas onde a luz não chega. São compostos por peróxido-amina para a polimerização química e canforquinona para a ativação da luz. (Santos, Santos & Rizkalla, 2010)

A contração de polimerização continua a ser um dos principais problemas dos cimentos de resina, com o tempo os cimentos de resina tendem a degradar-se ao longo das margens. (Santos, Santos & Rizkalla, 2010)

1.13. Adesão à superfície cerâmica

Em 1983 Van Horne introduziu o ácido fluorídrico para permitir a fixação entre o esmalte, cimento e cerâmica. (Esgar. K 1988, Noorte R.V 2010; cap 3.8 p.259-272) A ligação entre a cerâmica e o agente de cimentação requer a infiltração do cimento nos micrósporos criados pelo ácido. (Santos, Santos & Rizkalla, 2010) Este feito foi possível apenas com o aparecimento dos cimentos de resina. Até à data as restaurações de cerâmica pura eram cimentadas com cimentos convencionais (Fosfato de zinco, ionómero de vidro, policarboxilato de zinco) contando apenas com o núcleo para resistir as forças oclusais. (Noorte R.V 2010; cap 3.8 p.259-272)

O tratamento realizado nos cimentos de resina varia de acordo com a microestrutura da cerâmica. O fator de escolha de tratamento superfície vai depender da composição do sistema cerâmico. É o conteúdo da fase vitrina que determina a sensibilidade ou resistência ao ácido. (Santos, Santos & Rizkalla, 2010)(Figura 6)

Quando dois materiais são incompatíveis, é necessário o aparecimento de um terceiro material que intermedie as propriedades entre os dois. O cimento de resina não apresenta uma capacidade de união química à cerâmica, e a cerâmica tem que conseguir resistir às cargas aplicadas na estrutura, para além das tensões de contração de polimerização. Desta forma, o silano, é o agente mais comumente utilizado para o efeito. (Noorte R.V 2010; cap 3.8 p.268) A ligação mecânica é conseguida pelo condicionamento com ácido fluorídrico. O silano aumenta a força química. (Santos, Santos & Rizkalla, 2010)

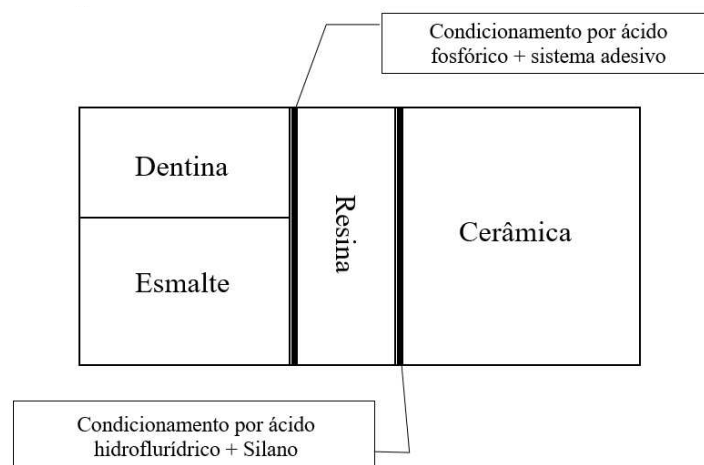


Figura 6. Esquema de interfaces de união durante a cimentação de uma faceta cerâmica de dissilicato de lítio (Adaptado de Noorte R.V 2010)

1.14. Propriedades óticas dos cimentos

Os cimentos de resina conferem um importante meio de fecho de espaço entre a cerâmica tratada com silano e o dente. Os cimentos de resina são compósitos com pouca carga, permitindo que a película de cimento seja fina. No mercado estão disponíveis numa grande variedade de cores, e níveis de translucidez que permitem uma estética marginal muito boa. ((Noorte R.V 2010; cap 3.8 p.269) (Figura 7)

Uma das vantagens importantes presente nos cimentos de resina é a capacidade de manter uma aparência de cor apropriada na restauração final.(Figura 8) (Li Q. et al 2007; Shine J. et al 2010) A adição de oligômeros (que tem como principais benefícios o aumento do grau de conversão, aumento das propriedades mecânicas em especial a resistência à fratura, o endurecimento da rede de polímeros e a redução da solubilidade do cimento em água.)(Bacchi A. et al 2014; Bacchi A. Et al 2015; Bacchi A. Et al 2016), e de uma matriz secundária pode proporcionar benefícios óticos significativos nos cimentos de resina. A presença de oligômeros aumenta o índice de refração do polímero (Li Q. et al 2007; Shine J. et al 2010) compatibilizando-o com o índice de refração das partículas de carga inorgânica, aumentando desta forma a transmissão de luz do cimento de resina no todo. (Bacchi A. et al 2018) (Figura 9)



Figura 7. Comparação da restauração com cimentos com e sem fluorescência (Soares P.V 2017)



Figura 8. Fluorescência dos cimentos de resina (Adaptado de Soares P.V 2017)

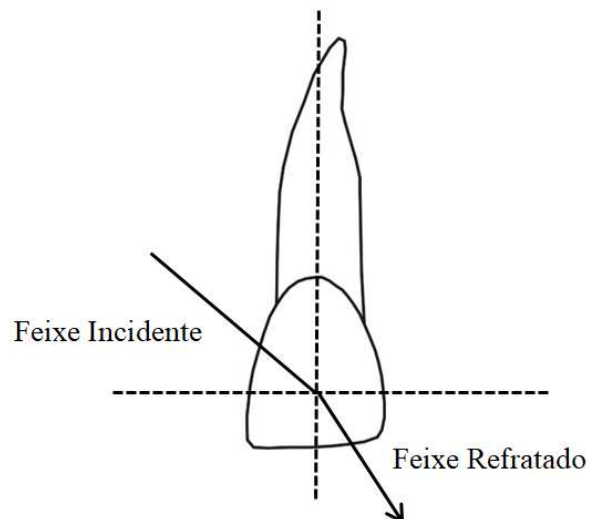


Figura 9 Esquema das leis de refração da luz

Nas figuras 10A, 10B e 10C está demonstrado a cimentação de cerâmica do dente 21 com cimento de resina. Este desenvolve características fluorescentes muito semelhantes ao do dente 23 (dente natural). Já o dente 22 cimentado com o cimento resinoso sem características fluorescentes, apresenta uma fluorescência extremamente baixa. Tais imagens comprovam a necessidade e a importância de utilizar um cimento apropriado que desenvolva esta importante característica. (Soares P.V 2017)



Figura 10A,10B.,10C. Comparação da utilização de diferentes cimentos de resina (Adaptado de Soares P. V 2017)

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo consiste na avaliação *in vitro* das alterações de cor da cerâmica quando utilizada com diferentes combinações de cimentos, fazendo variar a espessura e a cor da cerâmica.

3. HIPÓTESES

Hipótese Nula

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

Hipóteses alternativas

H1: A emissão de fluorescência da restauração é alterada pela espessura da cerâmica.

H2: A emissão de fluorescência da restauração é alterada pelo material de cimentação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Materiais

Na tabela 4, 5, e 6 estão os materiais usados neste trabalho e as suas indicações.

Tabela 4. Composição dos materiais usados para controlo

IPS e.max Press HT A2 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Componentes: SiO ₂ Componentes adicionais: Li ₂ O, K ₂ O, MgO, ZnO, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ e outros óxidos.
	Indicações: Faceta, Inlays. Onlays, Coroas, Pontes anteriores de 3 elementos, Coroas telescópicas primárias.
Filtek Supreme XTE Body A3 (3M ESPE, Minnesota, USA)	Componentes: bis-GMA, UDMA, TEGDMA, e bis-EMA 20 nm sílica, 4 a 11 nm zirconia não agregada. Tamanho médio de partículas 0.6 a 10 micrometros. A carga inorgânica é de cerca de 72,5% (55,6% em volume).
	Indicações: Restaurações diretas anteriores e posteriores (incluindo superfícies oclusais); builds-up; ferulização; restaurações indiretas (inlays, onlays e folheados).

Tabela 5. Composição do cimento de resina

Variolink® Esthetic LC Cor: light e neutral (ivoclar vivadent, Schaan/Liechtenstein)	Componentes: Dimetacrilato de uretano e outros monômeros de metacrilato. As cargas inorgânicas: trifluoreto de itérbio e óxidos mistos esferoidais. Os iniciadores, estabilizadores, pigmentos são ingredientes adicionais. O tamanho de partícula é de 0,04-0,2 µm. O tamanho médio de partícula é de 0,1 µm. O volume total de cargas inorgânicas é de aproximadamente 38%
	Indicações: <ul style="list-style-type: none"> • Cimentação adesiva definitiva de restaurações de cerâmica • Cimentação de restaurações em resina composta (inlays, onlays e facetas) – • Restaurações com baixa espessura espesura < 2mm que apresentem translucidez suficiente

Tabela 6. Composição e indicação dos materiais usados para a cimentação

Silano Calibra (Dentsply international Milford, USA)	Componentes: 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.
	Indicações: Cimentação adesiva de cerâmica, porcelana, compósitos resinosos.
Ácido hidroFluorídrico a 9.6% (PULPDENT™ Corporation, Watertown, MA, USA)	Componentes: HF
	Indicações: Cerâmicas, Facetas, Coroas, Inlays e reparações de cerâmica.
Ácido Ortofosfórico a 37% (R&S, França)	Componentes: H3PO4
	Indicações: Ataque ácido de esmalte e dentina
Adesivo Optibond FL (Kerr, Itália)	Componentes: Monómero de éster de metilacrilato não tratado TEGDMA (5-10%) e Ytterbium (12-17%)
	Indicações: Restaurações diretas e indiretas

4.2. Métodos

Através de ingots pré-fabricados de cerâmica vítrea IPS e.max Press HT A2 (IPS) (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), foram cortados 30 discos com 12 mm de diâmetro 15 com espessura de 0,5 mm e outros 15 com espessura de 0,8 mm. Para o efeito utilizou-se um micrótopo Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA a uma velocidade de 250 rpm com refrigeração. Procedeu-se ao polimento dos discos de cerâmica com uma lixa de SiC de grão 1200, para assegurar uma rugosidade de superfície homogênea.



Figura 11. Preparação dos discos de cerâmica (Imagens cedida pela Mestre Joana Pereira)

Sequencialmente foram preparados discos de resina composta Filtek Supreme XTE body cor A3, na escala VITA, com espessura de 1mm e 12 de diâmetro, elaborados através de um molde de silicone. Os discos foram polimerizados com fotopolimerizador Elipar S10 Led (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) durante 20 segundos, conforme a prescrição do fabricante.

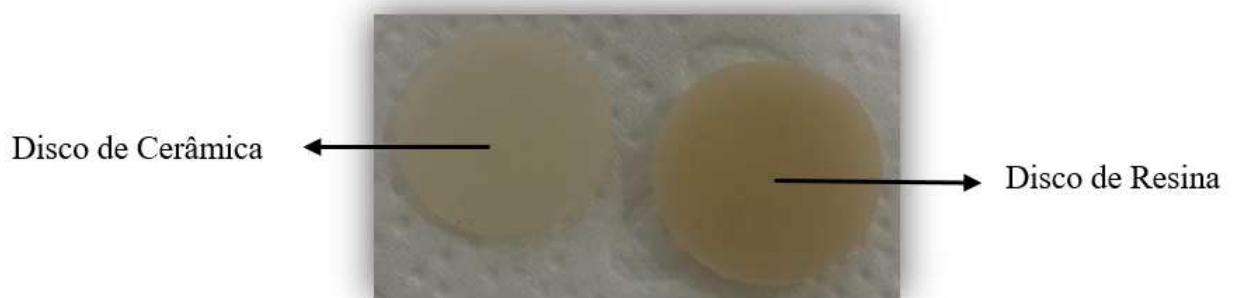


Figura 12. Discos de cerâmica e Resina

A cimentação dos discos foi feita de modo aleatório. 10 amostras foram cimentadas com cimento de resina Variolink® Esthetic LC Cor: Light outras 10 Variolink® Esthetic LC Cor Neutral (ivoclar vivadent, Schaan, Liechtenstein). O grupo controlo também tinha 10 amostras cimentadas com resina aquecida Filtek Supreme XTE Body (3M ESPE, Minesota, USA), na escala VITA.



Figura 13. Cimento de resina Variolink® Esthetic LC

Em todas as amostras foi aplicado ácido hidrófluídrico e ortofosfórico. Durante quatro minutos foram colocadas nos ultrassons e, de seguida, prosseguiu-se para a aplicação do silano. Os discos foram colocados num secador e sequentemente usou-se o sistema

adesivo e o cimento de resina com uma força constante de 50 Newtons durante 60 segundos, o excedente de cimento foi limpo e feita a fotopolimerização com Elipar S10 Led (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) em dois locais distintos (MirmohammadiH et al 2010) durante 40 segundos.

Desta forma obtivemos três grupos : Grupo controlo, Grupo Variolink® Esthetic LC Cor Light e grupo Variolink® Esthetic LC Cor Neutral, cada um com 10 amostras (5 com espessura de 0,5 mm e outras 5 com espessura de 0,8 mm).

Por fim as amostras cimentadas foram arquivadas num espaço de 24horas num ambiente protegido da luz e em ambiente seco.

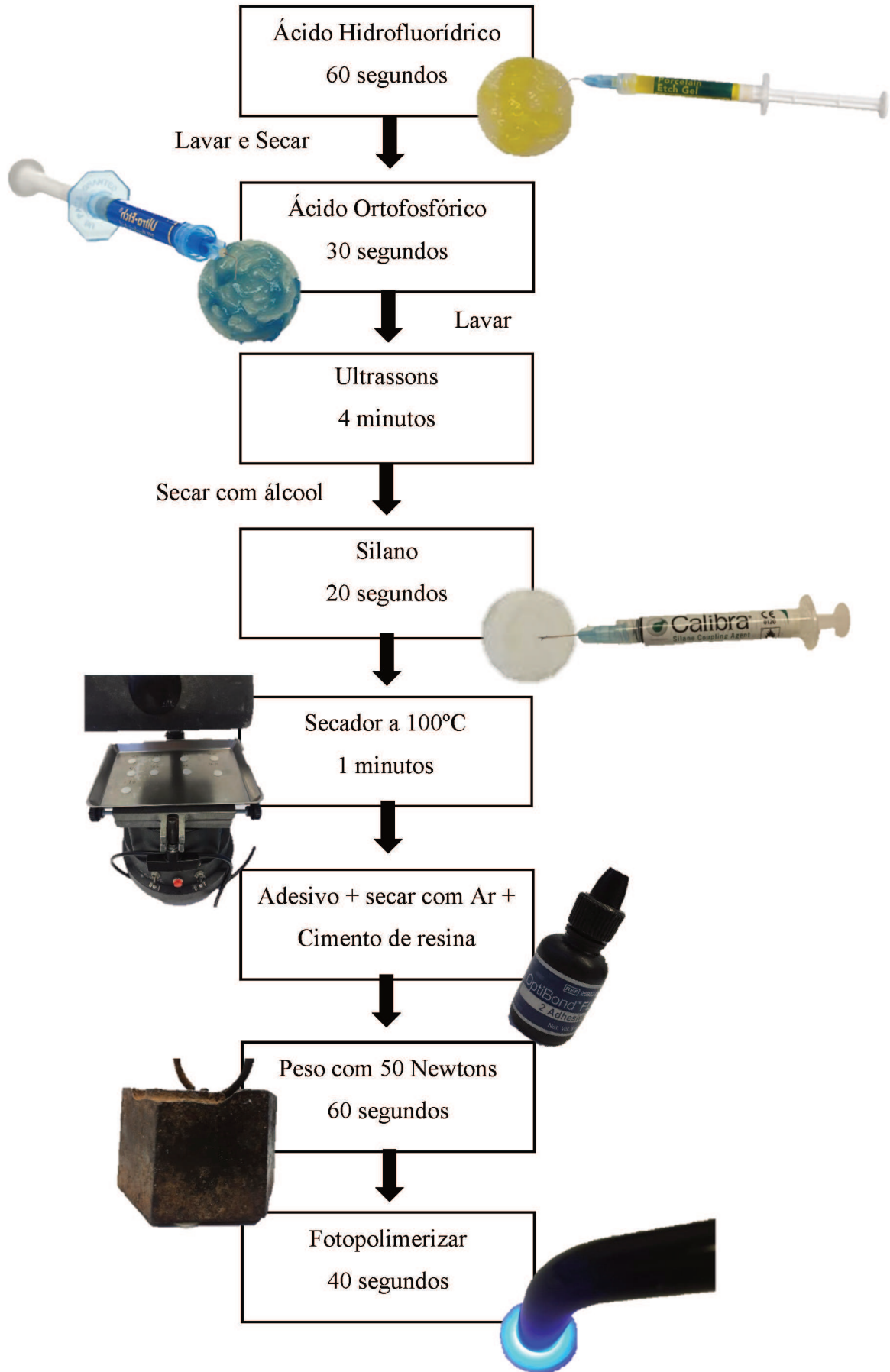


Figura 14. Esquema do tratamento de superfície de Restauração Indireta (Cerâmica)

A fluorescência foi lida no espectrofluorômetro SPEX Fluorolog® 2121 (Horiba, Kyoto, Japão)(Figura 15.) com um comprimento de onda padronizado de 360nm a 800nm à temperatura ambiente. A medição da fluorescência foi feita em 2 tempos: amostras iniciais de cerâmica e de compósito e após a cimentação. Os dados obtidos no espectrofluorômetro foram copiados para uma folha de cálculo Excel (Microsoft Crop, Seattle, EUA).



Figura 15. Espectrofluorômetro Fluorolog® 2121, no decorrer da leitura de uma amostra

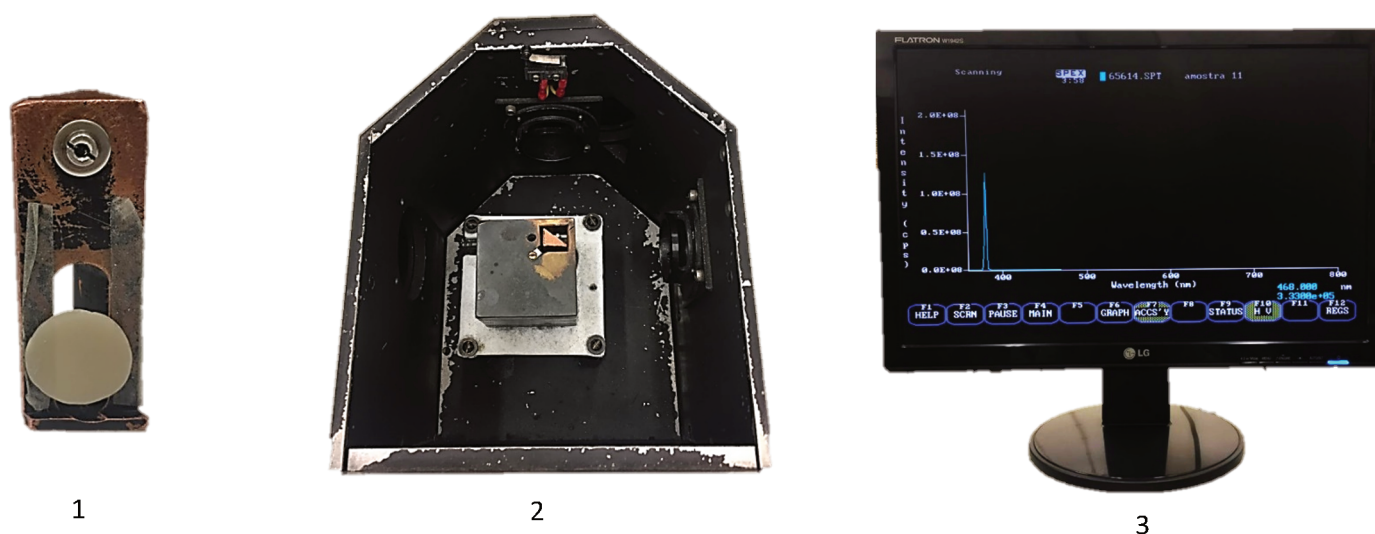


Figura 16. Suporte para leitura da amostra pronta (1); Local de colocação das amostras para leitura já com o suporte e a amostra montada (2); Resultado da Leitura da fluorescência no computador

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi efetuada no *Statistics Package for the Social Sciences* (SPSS), a partir de uma base de dados criada, para MacBook, versão 20.0 (IBM, Ins, Chicago, IL, EUA). Foi realizada uma análise two-way ANOVA e fizeram-se comparações múltiplas com o método de Bonferroni com um intervalo de confiança a 95%, para uma significância de $p \leq 0,05$.

6. RESULTADOS

Os resultados da fluorescência foram obtidos através do espectrofluorómetro SPEX Fluorolog® 2I2I (Horiba, Kyoto, Japão), para os grupos de fluorescência do compósito inicial, da cerâmica inicial e da cimentação do compósito à cerâmica representados nas Tabelas 7, 8 e 9.

6.1. Fluorescência Inicial do Compósito

Tabela 7. Cálculo do valor médio da fluorescência do compósito e desvio padrão das amostras de compósito (média ± desvio padrão).

Cimentos	Espessuras		
	0,5 mm	0,8 mm	
Controlo	8,09E+09 ± 1,10E+10	5,55E+09 ± 4,62E+09 (+)	$p=0,383^{(a)}$
Variolink® Light	1,67E+09 ± 4,12E+08 (+)	1,87E+10 ± 3,61E+09 (+) (*)	$p<0,001^{(a) (*)}$
Variolink® Neutral	1,12E+10 ± 9,33E+09 (+)	2,08E+10 ± 2,55E+09 (+) (*)	$p=0,002^{(a) (*)}$
	$p=0,006^{(a) (*)}$	$p<0,001^{(a) (*)}$	

$p=0,000$

(a) Two-way ANOVA

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

(+) Identifies a non-statistically significant difference for a 95% confidence interval

Relativamente à fluorescência do compósito (Tabela 7) verificou-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre as duas espessuras de compósito (0,5mm e 0,8mm) tanto no grupo controlo como Variolin® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor light e neutral onde o $p=0,006$ para a espessura de 0,5 mm e onde $p<0,001$ para 0,8 mm.

Ainda na tabela 7, constatou-se que existe uma interação estatisticamente significativa na diferença de espessuras 0,5mm e 0,8 mm entre as variáveis em estudo do Variolink®

Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor light com um valor de $p < 0,001$ e nas variáveis do Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor Neutral para $p = 0,002$. Nos grupos de controlo não se verificou existência de uma interação estatisticamente significativa na alteração das espessuras onde $p = 0,383$

6.2. Fluorescência Inicial da Cerâmica

Tabela 8. Cálculo do valor médio da fluorescência da cerâmica e desvio padrão das amostras cerâmicas. (média \pm desvio padrão).

Cimentos	Espessuras		
	0,5 mm	0,8 mm	
Controlo	3,00E+10 \pm 2,42E+10 (+) (*)	2,21E+10 \pm 1,14E+10	$p = 0,177$ ^(a)
Variolink Light	1,58E+10 \pm 8,76E+09 (+)	1,55E+10 \pm 9,99E+09	$p = 0,959$ ^(a)
Variolink Neutral	9,84E+09 \pm 4,28E+09 (+) (*)	1,62E+10 \pm 1,03E+10	$p = 0,276$ ^(a)
	$p = 0,003$ ^(a) (*)	$p = 0,471$ ^(a)	

$p = 0,226$

(a) Two-way ANOVA

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

(+) Identifies a non-statistically significant difference for a 95% confidence interval

Relativamente à fluorescência do inicial da cerâmica a única diferença estatisticamente significativa é na espessura de de 0,5 mm com o grupo controlo, Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor Neutral e Light onde $p = 0,003$.

6.3. Fluorescência das Amostras cimentadas

Tabela 9. Cálculo do valor médio e desvio padrão nas amostras de cerâmicas cimentadas. (média ±

Cimentos	Espessuras		
	0,5 mm	0,8 mm	
Controlo	2,50E+09 ± 1,89E+09	3,60E+09 ± 1,87E+09	$p=0,246^{(a)}$
Variolink Light	1,50E+09 ± 6,76E+08	4,55E+09 ± 4,25E+09 (*)	$p=0,002^{(a)} (*)$
Variolink Neutral	1,24E+09 ± 3,03E+08	1,77E+09 ± 7,72E+08 (*)	$p=0,567^{(a)}$
	$p=0,366^{(a)}$	$p=0,015^{(a)} (*)$	

$p=0,145$

(a) Two-way ANOVA

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

(+) Identifies a non-statistically significant difference for a 95% confidence interval

desvio padrão).

Avaliando a fluorescência das amostras cimentadas (Tabela 9) verifica-se que existe uma diferença significativa ocorre na espessura da cerâmica quando esta tem de espessura 0,8 mm e o grupo controlo, Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor Neutral e Light onde $p= 0,015$. Também é possível verificar que houve diferenças significativas na alteração das espessuras (0,5 mm e 0,8mm) no cimento Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor Light ($p=0,002$).

7. DISCUSSÃO

Um dos principais desafios que os Médicos Dentistas enfrentam é a obtenção de restaurações esteticamente aceitáveis na região anterior onde a exigência por parte do doente é maior. Nestes casos onde a estética é de extrema proposta costuma ser da utilização de facetas cerâmicas, uma vez que são consideradas uma abordagem estética e conservadora, com reflexão e transmissão de luz adequada. Para além das suas características de resistência mecânica e alta biocompatibilidade. A cor do substrato, a espessura, o tipo de cerâmica usada e a cor do cimento de resina são fatores que afetam o resultado final. (Kandil, Hamdy, Aboelfald, & El-Anwar,2019; Lee, 2016)

No presente estudo optou-se pela utilização de cerâmica de dissilicato de lítio, por ser uma cerâmica que imita a estética e a biomecânica dos dentes naturais. (Kalavacharla et al 2015) Acreditamos que o estudo em conjunto com os cimentos de resina se torne uma sobrevalia clínica.

À semelhança dos estudos realizados por Hernandez et al. 2016 e Çomlekoglu, et al 2015, utilizamos ingots de cerâmica de dissilicato de lítio com espessura de 0.5mm e 0.8mm, respetivamente, cortados com um micrótomo.

Para a uniformização das amostras foi necessário usar a sequência de lixas de grão 400, 600, 1200, com recurso a polidora. Pois diferentes espessuras e rugosidades poderiam influenciar os resultados. (Dede et al., 2016; Hernandez et al 2016; Kilinc et al., 2011).

Como no estudo de Pires L. et al 2017, foram utilizados disco de resina compostas como substrato, com 1 mm de espessura também submetidos a polidora.

Vários estudos relatam a importância e a eficiência do tratamento da superfície das cerâmicas. (Cavalcanti N.A., et al 2009) Deste modo optamos pelo condicionamento com ácido hidrófluorídrico a 9,6% durante 60 segundos que expõe os cristais na superfície da estrutura cerâmica, criando microrretenções. (Silva R., et al 2009; Meyer-Filho A, Souza CN., 2005; Santos G. et al 2009)

De seguida, foi lavado e secado (Santos G. et al 2009) e de acordo com o estudo de Giraldo et al 2016 empregou-se ácido ortofosfórico a 37% na amostra, de forma a eliminar os restos de ácido hidrófluorídrico, pois resíduos na superfície, poderiam prejudicar a

união à resina. (Fabianelli et al 2010) e diminuir a força de adesão. (Magne & Cascione 2006).

Sequencialmente como no estudo de Magne & Belser 2002, as amostras foram lavadas com água destilada e colocadas em banho maria de ultrassons durante 4 minutos também em água destilada, os autores demonstraram que havia uma maior força de adesão, após a o condicionamento com o ácido hidrofluídrico. (Abduljabbar T. et al 2016) Depois fez-se a secagem com álcool a 96%, e aplicou-se o silano com um microbrush durante 20 segundos, que segundo vários estudos o fornece uma ligação química e eficaz e durável. Assim que silanizadas as amostras foram colocadas num forno a 100°C durante 2 minutos, à semelhança dos estudos de Lung C.Y & Matinlinna J.P., 2012; Abduljabbar, AlQahtani, Jeaidi, & Vohra, 2016; Garboza et al., 2016; Murillo-Gómez, Rueggeberg, Goes 2017. De seguida foi aplicado sistema adesivo *Optibond™ FL* durante 15 segundos sem fotopolimerizar, a fim de ser feito juntamente com o cimento de resina, que melhora o comportamento mecânico da restauração no geral. (Murillo-Gómez, Rueggeberg & Goes 2017). Para garantir uma espessura uniforme dos cimentos de resina usou-se, durante 60 segundos uma pressão constante de 50N, pois uma cimentação com diferentes espessuras leva a consideráveis alterações nas propriedades óticas das cerâmicas. (Hernandes et al. 2016)

Todos os valores forem lidos no espectrofluorómetro, através de um comprimento de onda de 360nm. À semelhança do estudo de Catelan A. Et al 2015, as moléculas foram excitadas por pulsos de radiação, através de uma fonte de luz (Lâmpada de Xenon) e determinados comprimentos de onda, permitindo obter os espectros de fluorescência. (Figueiredo C. 2013)

A emissão de luz fluorescente caracteriza-se pela sua velocidade, que ocorre em períodos inferiores a 8-10 segundos. (Figueiredo C. 2013) Tanto o esmalte como a dentina apresentam capacidade de fluorescência. No esmalte o espectro de fluorescência exibe um máximo de 450nm. Na dentina o espectro de fluorescência indica um máximo de 440 ± 10 nm (três vezes superior), acredita-se que se deva ao triptofano e à primidina. (Figueiredo C. 2013; Matsumoto, Kitamura & Araki, 2001). Segundo Matsumoto, Kitamura & Araki, 2001, os comprimentos de onda 350, 360, 405, 410 e 440 nm são os picos de intensidade dos dentes naturais.

Fondriest,2003 no seu estudo diz que os compostos fluorescentes das cerâmicas são incorporados com o objetivo de aumentar a quantidade de luz refletida ao observador, de forma a diminuir o croma.

Neste estudo tivemos como objetivo avaliar as alterações da cor da cerâmica de dissilicato de lítio IPS e.max Press HT (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) na cor A2 quando utilizada com diferentes combinações de cimentos, fazendo variar a cor: Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor Neutral e Light e Filtek Supreme XTE Body cor A3 (3M ESPE, Minnesota, USA) e a espessura (0,5mm e 0,8mm) da cerâmica.

Estudos recentes concluíram que a cor das facetas cerâmicas é significativamente influenciada pela sua espessura e que a variação de tonalidade do cimento resulta numa mudança de cor muitas vezes acima a aceitabilidade clínica. (Xing et al 2017; Kürklü et al., 2013) contudo há estudos que discordam, como é o caso de Azer, Ayashm, Johnston, Khalil, & Rosenstiel,2006 e o de Kilinc et al., 2011 em que mostram que tons diferentes de cimentos de resina não provocam alterações significativas na cor da cerâmica, afetando de forma desprezível a cor final da faceta.

Nos resultados deste estudo, foi possível verificar que a fluorescência dos cimentos de resina pode interferir na emissão de fluorescência da restauração final por existirem diferenças estatisticamente significativas entre as espessuras 0,5 mm e 0,8 mm. Pois como mostra a Tabela 9 e o gráfico 3, no mesmo cimento de resina , Variolink® Esthetic LC (Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) cor Light, mostra diferenças estatisticamente significantes entre as duas espessuras ($p= 0,002$). Estas alterações podem dever-se às diferenças significativas que existiam logo no início na espessura da fluorescência do compósito (tabela7, gráfico 1)

Pela análise dos resultados esclarece-se que a espessura da cerâmica pode intervir na emissão da fluorescência por parte do material de adesão e/ou cimentação, e também explicar diferentes marcas e fabricantes destes materiais apresentam comportamentos óticos distintos de emissão e de fluorescência. Prova disto é a existência tanto na tabela 8, gráfico 2, como na tabela 9, gráfico 3, a existência de variações significativas de fluorescência dentro da mesma espessura. Nas amostras de cerâmica no grupo de 0,5 mm e nas amostras já cimentadas no grupo de 0,8 mm.

Estão de acordo com os nossos resultados os estudos de Volpato et al.,2009 e Monteiro et 2010, que dizem que a espessura da cerâmica deve ser sempre considerada pois tem influência no final das restaurações cerâmicas. Sugerem que durante a seleção de cores o profissional tenha em consideração a luz do dia, luzes incandescentes e fluorescentes a fim de minimizar o efeito de metamerismo.

Num estudo de Pereira, Monteiro, Maurício, Serro & di-Paolo 2015, concluíram que diferentes cimentos têm diferentes emissões de fluorescência, e que restauração final é alterada por diferentes espessuras de cerâmica. Neste estudo as amostras com menor espessura exibem maior fluorescência.

Desta forma neste estudo rejeita-se a hipótese nula Hipótese Nula e aceita-se as hipóteses alternativas. Ficando demonstrado que:

- H1. A emissão de fluorescência da restauração é alterada pela espessura da cerâmica.
- H2: A emissão de fluorescência da restauração é alterada pelo material de cimentação.

8. CONCLUSÃO

Esta investigação tinha como objetivo a avaliação *in vitro* das alterações de fluorescência das restaurações com cerâmica de dissilicato de lítio quando utilizada com diferentes combinações de cimentos, fazendo variar a espessura e a cor. Através dos resultados é possível concluir que:

1. A espessura da restauração final de cerâmica influencia a emissão de fluorescência.
2. A utilização a diferentes cimentos de resina apresentam comportamentos óticos desiguais.

8.1. Relevância Clínica

Nos dias que correm, a estética dentária é tão importante e valorizada como a função. Por causa das suas qualidades, as cerâmicas, têm-se tornado o material sintético mais utilizado em restaurações estéticas.

Os cimentos de resina são geralmente utilizados para a cimentação de restaurações cerâmicas, uma vez que proporcionam uma estética adequada, baixam a solubilidade em ambiente oral, têm alta força de adesão às estruturas dentárias, para além de boas propriedades mecânicas e de suporte.

Para que se aproxime o mais possível do natural é fundamental o conhecimento e as propriedades dos materiais disponíveis no mercado.

No decurso desta investigação foi viável analisar a influencia que a espessura da cerâmica bem como os diferentes tipos de cimento têm na fluorescência. Clinicamente a escolha adequada destes materiais resultará numa estética melhorada, tornando o estudo bastante relevante.

8.2. Prestativas futuras

Serão necessários mais estudos para:

1. Avaliar a fluorescência de mais cimentos de resina e cerâmicas.
2. Avaliar os componentes dos cimentos de resina e a sua implicação na fluorescência.
3. Avaliar outro tipo de propriedades óticas, como a opalescência, translucidez e brilho de superfície.
4. Avaliar o comportamento ótico dos materiais com diferentes cores de substrato

9. REFERÊNCIAS

- Abduljabbar, T., AlQahtani, M. A., Jeaidi, Z. A., & Vohra, F. (2016). Influence of silane and heated silane on the bond strength of lithium disilicate ceramics - An in vitro study. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 32(3), 550–554. doi:10.12669/pjms.323.9851
- Andrade G.S. (2013) Cerâmicas Odontológicas. Materiais dentários II
- Anusavice K.JC., Rawls H.R.(2013). Phillips's Science of Dental Materials. 12 th ed., Elsevier.
- Araki T., Miyazaki E., Kawata T., Miyata K. (1990) Measurements of fluorescence heterogeneity in human teeth using polarization microfluorometry. *Appl Spectrosc.*, Salt Lake City, 44(4), 627-631.
- Azer, S. S., Ayash, G. M., Johnston, W. M., Khalil, M. F. e Rosenstiel S. F. (2006).Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramiccrowns. *Journal of Prosthetic Dentistry*,.96(1), 397–401. doi:10.1016/j.prosdent.2006.09.020
- Baran G.R., O'Brien W.J (1977) Colored emission of rare earth ions in potassium feldspar glass. *Journal Dentistry Restauration*, 056(11),1323-1329 Doi:10.1177/00220345770560110401
- Barreto M.K.R., Litaiff G., Linhares L.M., Borges A.T.N., Lopes Z.M.S., (2018) Cora total unitária posterior monolítica em vita suprinity- Cad/Cam: relato de caso. *Revista clinica de odontologia* 1th ed. P. 60-71
- Baratiere L. N. (1995) Estética: normas básicas. Baratiere LN. Restauração adesiva direta em dentes anteriores fraturados. São Paulo: Ed. Santos, p. 35- 53
- Belli, R., Geinzer, E., Muschweck, A., Petschelt, A., & Lohbauer, U. (2014). Mechanical fatigue degradation of ceramics versus resin composites for dental restorations. *Dental Materials*, 30(4), 424-432.
- Bohn P.V., Andrioli D., Leitune V.C.B., Collares F.M., Botega M.D., Meira D., Forges C.B., Samuel S.M.W (2009) Cimentos Usados em Prótese Fixa: uma pesquisa

- com especialistas em prótese de Porto Alegre. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre*, 50(3), 5-9.
- Bottino, M. A., Giannini, V., Miyashita, E., Quintas, A. F. (2002) Estética em reabilitação oral: Metal free. In C. Feller & G. Riad (Eds). Atualização na clínica odontológica: módulo de atualização. *São Paulo, Brasil; Artes Médicas*
- Catelan, A., Guedes, A. P. A., Suzuki, T. Y. U., Takahashi, M. K., Souza, E. M., Briso, A. L. F. e Santos, P. H. (2015). Fluorescence Intensity of Composite Layering Combined with Surface Sealant Submitted to Staining Solutions. *Journal of Esthetic & Restorative Dentistry*; 27(1), 33-40. Doi: 10.1111/jerd.12139
- César Paulo Francisco (2006), *Cerâmicas Odontológicas*
- César Paulo Francisco (2017), *Cerâmicas Odontológicas*, Departamento de biomateriais e biologia oral.
- Chu, S. J., Devigus, A., Miesleszko, A. J., (2005) Fundamentals of color: shade matching and communication in Esthetic Dentistry. *British Dental Journal, London*, 199(1), 58-59 Doi:10.1038/sj.bdj.4812563
- Da Costa Fernanda Moura (2003). Seleção de cor em restaurações diretas. Tese de Doutorado p.10
- Dede, Ö., Ceylan, G., & Yilmaz, B. (2016). Effect of brand and shade of resin cements on the final color of lithium disilicate ceramic. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(4), 539–544. doi:10.1016/j.prosdent.2016.07.014
- Fabianelli A., Pollington S., Papacchini F., Goracci C., Cantoro A., Ferrari M., van Noort R. (2010) The effects of diferente surfasse treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramid and composite resin. *Journal of Dentistry*. 38(1), 39-43. Doi: 10.1016/j.jdent.2009.08.010
- Feitosa D., Dantas D., Guênes G., Ribeiro A., Cavalcanti A., Braz R. (2009). Percepção de pacientes e acadêmicos de odontologia sobre estética facial e dentária. *Universidade Estadual da Paraíba* 14(1) <https://doi.org/10.5335/rfo.v14i1.687>
- Figueiredo C. (2013) Importância das alterações dos compósitos dentários na identificação de carbonizados. Universidade de Coimbra. Tese de Mestrado

- Fleming G.J.P & Addison O. (2009) Adhesive Cementation and the Strengthening of All-Ceramic Dental Restorations. *Journal of Adhesion Science and Technology*. Vol.23, p.7-8: Adhesion Aspects in Dentistry <https://doi.org/10.1163/156856109X440119>
- Fox, M. (2002). Optical Properties of Solids. *Oxford University Press*.
- Fondriest, J. (2003) Shade matching in Restorative Dentistry: The Science and Strategies, *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 23(5), pp. 3-15.
- Francisco M.R., Guillermo P.R., M^a Jesús S.G., Begoña R.G (2007) Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *RCOE*, 12(4), 253-263
- Freedman, G. (2012). Cements. In H. E. Strassler, E. Levine, & G. Freedman (Eds.), *Contemporary Esthetic Dentistry Missouri, EUA: Mosby Elsevier*. p. 547–559
- Garboza, C. S., Berger, S. B., Guiraldo, R. D., Fugolin, A. P. P., Gonini-Júnior, A., Moura, S. K., & Lopes, M. B. (2016). Influence of Surface Treatments and Adhesive Systems on Lithium Disilicate Microshear Bond Strength. *Brazilian Dental Journal*, 27(4), 458–462. doi:10.1590/0103-6440201600624
- Girardo, T. C., Villada, V. R., Castillo, M. P., Gomes, O. M. M., Bittencourt, B. F., & Dominguez, J. A. (2016). Active and Passive Application of the Phosphoric Acid on the Bond Strength of Lithium Disilicate. *Brazilian Dental Journal*, 27(1), 90–94. doi:10.1590/0103-6440201600428
- Gomes E. A, Assunção W. G., Rocha E. P., Santos P. H. (2008) Cerâmicas odontológicas: o estado atual. *Vila Mendonça, Araçatuba* 54(331), 319- 325 Doi: 10.1590/S0366-69132008000300008
- Hill E.E. (2007) Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent. Clin. North Am. Philadelphia*, 51(3), 643-658
- Heintze S.D., Rousson V., Mahnc E. (2015) Bond strength tests of dental adhesive systems and their correlation with clinical results – A meta-analysis. *Academy of Dental Materials. Published by Elsevier Ltd* Doi: 10.1016/j.dental.2015.01.011

- Hernandes, D. K. L., Arrais, C. A. G., Lima, E., Cesar, P. F. e Rodrigues, J. A. (2016). Influence of resin cement shade on the color and translucency of ceramic veneers. *Journal of Applied Oral Science*, 24(4), 391-396. Doi: 10.1590/1678-77572015055
- Jones D. W. (1985). Development of dental ceramics: An historical perspective (Vol. 29): Dental Clinics of North American
- Kalavacharla, V. K., Lawson, N. C., Ramp, L. C., & Burgess, J. O. (2015). Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength. *Operative dentistry*, 40(4), 372-378.
- Kandil, B. S. M., Hamdy, A. M., Aboelfald, A. K., & El-Anwar, M. I. (2019). Effect of ceramic translucency and luting cement shade on the color masking ability of laminate veneers. *Dental Research Journal*, 16(3) 193–199. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31040876>
- Kelly J.R., Benetti P. (2011) Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal* 56(1), 84–96 doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x
- 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*, vol.39, p.30–36. doi: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. Doi:10.1016/j.jdent.2013.08.017
- Lee, Y. (2016). Opalescence of human teeth and dental esthetic restorative materials. *Dental Materials Journal*, 35(6), 845–854. doi:10.4012/dmj.2016-091
- Levin L, Meshulam-Derazon S, Hauben DJ, Ad-El D.(2007) Selfreported smile satisfaction: smile parameters and ethnic origin among Israeli male young adults. *NY State Dentistry Journal*; 73(5), 48-51.

- Lung, C. Y. e Matinlinna, J. P. (2012). Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: *An overview. Dental Materials*, 28(5), 467-477. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.009>
- Magne P. & Belser U.R.S., (2002) Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach. Quintessence Publishing Company
- Martins L.M., Lorenzoni F.C., Farias B.C., Lopes L.D.S., Bonfante G., Rubo J.H (2010) Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: *revisão. Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de S. Paulo, Fundação Bauruense de Estudos Odontológicos* p.148-155
- Matsumoto, H., Kitamura, S. e Araki, T. (2001). Applications of fluorescence microscopy to studies of dental hard tissue. *Frontiers of Medical and Biological Engineering*, 10(4), 270-284.
- Mazaro J.V.Q., Zavanelli A.C., Alexandre R.S., Mendes J.O., Antenucci R.M.F., Zavanelli R.A..(2016) Cerâmicas monolíticas: mito, realidade, ou apenas mais uma opção clínica? In: *Associação Brasileira de Odontologia*; Pinto T., Verri F.R., Carvalho Junior O.B., organizadores. Pro-odonto protése e dentística .Ciclo 7.; vol.4 p. 9-47.
- Monteiro, P., Serro, A.P., Di Paolo, R., Bahillo, J. e Proença, L. (2010) Thickness and opacity effect in fluorescence emission of composite resins, *Journal of Dental Research* 89 (Spec Iss B): 4106
- Murillo-Gómez, F, Rueggeberg, F. A., & Goes, M. F. (2017). Short- and Long-Term Bond Strength Between Resin Cement and Glass-Ceramic Using a Silane-Containing Universal Adhesive. *Operative Dentistry*, 42(5), 514–525. doi:10.2341/16-211-L
- Noort Richard Van (2010) Introduction to Dental Materials. 3th ed. Mosby Ltd.
- Okeson Jeffrey. (1999) Tratamento de oclusion y afecciones temporomandibulares 4º th ed. Hercourt brace de espeña, S.A
- Öztürk E., Chiang YC., Coşgun E, Bolay Ş., Hickel R., Ilie N. (2013) Effect of resin shades on opacity of ceramic veneers and polymerization efficiency through ceramics. *Journal of Dentistry* 41(5), 8-14. doi: 10.1016/j.jdent.2013.06.001.

- Pegoraro I.F., Valle A.L., Araujo C.R.P, Boujante G., Coreti P.C.R, Bonachela V. (1998) *Prótese fixa. Editora artes mdicas lda. São paulo.*
- Pereira J., Monteiro, P., Maurício, P., Serro A. P. e Di Paolo, R. (2015). Interaction of fluorescence of resin cements with glass ceramics. International Poster. *Journal of Dentistry and Oral Medicine.*
- 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. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(1), 144–149. Doi:10.1016/j.prosdent.2016.04.003
- Pop-Ciutrla, I.-S., Ducea, D., Badea, M. E., Moldovan, M., Cîmpean, S. I. e Ghinea, R. (2016). Shade Correspondence, Color, and Translucency Differences between Human Dentine and a CAD/CAM Hybrid Ceramic System. *Journal of Esthetic & Restorative Dentistry*, 28(1), 46-55. doi: 10.1111/jerd.12195
- Raposo L.H.A., Davi L.R., Simamoto Júnior P.C., Neves F.D., Soares P.V., Simamoto V.R.N., Machado A.C., Pereira A.G., Borella P.S (2015) Restaurações totalmente cerâmicas: Características, aplicações clínicas e longevidade. *Prp-odonto prótese e dentística, ciclo 6 vol.2 p. 9-74*
- Salas M., Lucenaa C., Herrera L.C., Yebrac A., Della Bonad A., Pérezc,M.M. (2018) Translucency thresholds for dental materials. *The Academy of Dental Materials. Published by Elsevier* 34(8), 1168-1174
- Santos G, Santos M, Rizkalla A. (2009) Adhesive Cementation of Etchable Ceramic Esthetic Restorations. *Journal of the Canadian Dental Association*,; 75(5), 379-383.
- Scalco V. & Framcci C.E (2017) A análise da importância da fluorescência nas cerâmicas dentais. *FGM news*, vol. 19 p.84-90
- Skoog D.A., West D.M., Holler F.J., Crouch. S.R (2006) Fundamentos de química analítica, Thomson,8th ed. Cap. 27 p. 783-795
- Souza C.F., Silveira S.A., Lisboa M.V., Lisboa J.A.A. (2013) Influencia do condicionamento ácido no repado de cerâmicas odontológicas utilizando resina composta. *Revista Bahiana de Odontologia*. 4(2), 104-116

- Touati B., Miara P., Nathanson D., (2000) Trasmisión del color y de la luz. Odontología estética y restauraciones cerámicas. Barcelona Ed. Masson p.39-60
- Volpato, C.A.M., Monteiro Jr, S., Andrada, M.C., Fredel, M.C. e Petter, C.O. (2009) Optical influence of the type of illuminant,substrates and thickness of ceramic materials, *Dental Materials*, 25, pp.87-93.
- Vanda Urzal (2009) Estética e articuladores nas reabilitações Oraís MEDISA – edições e divulgações científicas Lda
- Vanini L.(2011) A cor segundo Lorenzo Vanini. *Revista Dental Press Estética*. 8(4), 98-107
- Vanini L.(1996) Light and color in anterior composite restorations. Practical periodontics and aesthetic dentistry: *PPAD*, 8(7), 673-82; quiz 684
- Villarroel M., Gomes O.M., Gomes J.C.,(2004) Fluorescência: uma a vitalidade natural dos dentes humanos. *Revista. Ibero-Am. Odontologia. Estética. Dentária.*, vol.3, p.397-404
- 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. doi:10.1007/s10266-016-0287-9
- Yamada H., Grenoble and Penelope B. (1977). Dental porcelain: the state of the art . 1th ed. *University of Southern California School of Dentistry, Los Angeles*.
- Yamamoto M., (1985) Metal-ceramics principles and methods of Makato Yamamoto. Chicago: Quintessence, p.219-347.