CAMILA RIVOLI KIYOHARA

**Efeitos cromáticos na prova e cimentação de restaurações
cerâmicas ultraconservadoras de dissilicato de lítio para
sistemas CAD/CAM**

São Paulo
2019

CAMILA RIVOLI KIYOHARA

**Efeitos cromáticos na prova e cimentação de restaurações
cerâmicas ultraconservadoras de dissilicato de lítio para
sistemas CAD/CAM**

Versão Original

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo programa de Pós-Graduação em Odontologia (Biomateriais e Biologia Oral) para obter o título de Mestre em **Ciências**.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Francci

São Paulo
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação

Serviço de Documentação Odontológica

Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Kiyohara, Camila Rivoli.

Efeitos cromáticos na prova e cimentação de restaurações cerâmicas ultraconservadoras de dissilicato de lítio para sistemas CAD/CAM / Camila Rivoli Kiyohara; orientador Carlos Eduardo Francci . -- São Paulo, 2019.

127 p. : tab., fig., graf. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Biomateriais e Biologia Oral. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão original

1. Laminados cerâmicos. 2. Cimento resinoso. 3. Pastas try-in. 4. Cor. 5. Translucidez. 6. Propriedades ópticas. I. Francci, Carlos Eduardo. II. Título.

Kiyohara CR. Efeitos cromáticos na prova e cimentação de restaurações cerâmicas ultraconservadoras de dissilicato de lítio para sistemas CAD/CAM. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: / /2019

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Dedico este trabalho às pessoas que sempre me apoiaram incondicionalmente:
meus pais e meu marido.

AGRADECIMENTOS

À minha família:

Aos meus pais, **Ana Naldi** e **Edson**, meus maiores incentivadores, o meu eterno “muito obrigada!”. Amo vocês!

Ao meu marido, **Guilherme**, meu companheiro, meu amor. Obrigada por todo apoio, paciência e carinho.

À minha pequenininha, **Alice**, que ainda não chegou a este mundo, mas foi a minha melhor companhia na reta final deste trabalho.

À minha irmã e cunhado, **Priscila** e **Daniel**, pelas orientações e apoio.

Aos meus sobrinhos, **Pedro** e **Luísa**, que me mostraram um amor incrível e uma alegria contagiante.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Carlos Eduardo Francci**, que sempre acreditou em mim, desde a época da especialização, e me trouxe até aqui. Obrigada por toda ajuda, orientação e disposição.

Aos meus tios, **Elza** e **Koto**, meus padrinhos e minha maior escola. Obrigada por todo apoio no início da minha carreira e até hoje.

Ao **Prof. Dr. Hilton Riquieri** pelas orientações durante a minha qualificação e ao **Prof. Dr. Guilherme Saavedra**, pelas orientações, pela amizade e pelo apoio e ajuda durante a minha pesquisa.

Aos meus grandes amigos:

Alexander, meu afilhado e padrinho, pela amizade mais que especial. Você é como irmão para mim.

Ezequias, amigo querido, obrigada pela amizade carinhosa, pelas risadas, e por toda ajuda que me ofereceu.

Pedro, obrigada por toda palavra amiga e tranquilidade que me deu durante a minha pesquisa.

Sandra, meu grande presente da pós-graduação, obrigada por todo carinho, companhia e ajuda. Sua amizade significa muito para mim.

Aos professores do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral: **Igor Studart, Fernando Neves, Roberto Braga, Josete Barbosa, Paulo Capel, Paulo César, Rafael Ballester e Waler Miranda.**

A todos alunos do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral, obrigada pela companhia nas disciplinas.

Aos funcionários do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral: **Rosinha e Eli** sempre dispostas a me ajudar, **Dona Fran** pelo famoso cafezinho, e **Antônio**, que foi um anjo para mim, com a maior disposição do mundo para ajudar, sempre quebrando a cabeça para facilitar ao máximo a execução dos testes da minha pesquisa.

Aos fabricantes: **FGM**, pela doação dos materiais utilizados na pesquisa, e **Ivoclar Vivadent**, em especial, à representante **Solange**, pela disposição e atenção.

A **Capes** pela concessão da bolsa de mestrado.

RESUMO

Kiyohara CR. Efeitos cromáticos na prova e cimentação de restaurações cerâmicas ultraconservadoras de dissilicato de lítio para sistemas CAD/CAM [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2019. Versão Original.

A proposta deste estudo foi avaliar a influência da cor do cimento resinoso e da translucidez da cerâmica na cor final dos laminados cerâmicos ultraconservadores, assim como também avaliar a compatibilidade de cor das pastas *try-in* e os seus respectivos cimentos resinosos, calculando a diferença de cor (ΔE_{00}) através dos parâmetros L^* , a^* e b^* de refletância, bem como avaliar o parâmetro de translucidez (PT). A combinação de três níveis de translucidez da cerâmica de dissilicato de lítio IPS e.max CAD (HT, MT e LT) com três cores do cimento resinoso Variolink Esthetic LC (light+, neutral e warm+) cimentados sobre um substrato de resina composta (Opallis, cor B1) resultou em 9 grupos ($n=10$). Noventa discos de cerâmica (trinta de cada tipo) foram fabricados com as dimensões 12x0,5mm, condicionados com ácido fluorídrico (5%) e silanizados previamente à cimentação. Os substratos em resina composta foram fabricados nas dimensões 12x3mm, onde 1mm era de resina de esmalte e 2mm de resina de dentina. A análise de cor foi realizada através de um espectrofotômetro, o qual realizou as leituras nos momentos da pasta *try-in*, cimento não polimerizado, cimento polimerizado e cimento polimerizado após 24h estocados em umidade à 37°C. Os valores ΔE_{00} foram analisados estatisticamente pelo teste Kruskal Wallis, e os valores PT foram analisados estatisticamente pelo teste ANOVA 2 seguido pelo teste Tukey ($p<0.05$). O grupo HTL apresentou o maior valor de ΔE_{00} , e houve diferença significativa ($p<0.01$) entre as cores dos cimentos resinosos e entre as cerâmicas utilizadas. Todos os grupos obtiveram valores de $\Delta E_{00}<1.8$ ($p<0.001$). Para os valores de PT, o teste ANOVA 2 mostrou que ambos fatores (cor de cimento e cerâmica), assim como a suas interações, são significativas ($p<0.001$). A cor Light+ apresentou o menor valor de PT, sendo esta diferença mais evidenciada no grupo HTL. Em conclusão, a cor e a

translucidez do resultado final dos laminados cerâmicos são influenciados pela cor do cimento resinoso e pela cerâmica, e as pastas *try-in* podem ser utilizados como método de avaliação anterior à cimentação.

Palavras-chave: Laminados cerâmicos. Cimento resinoso. Pastas *try-in*. Cor. Translucidez. Propriedades ópticas.

ABSTRACT

Kiyohara CR. Chromatic effects on testing and cementation of ultraconservative lithium disilicate ceramic restorations for CAD / CAM systems [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2019.

The purpose of this study was to evaluate the influence of the color of resin cement and the ceramic translucency on the final color of the ultraconservative laminate veneers, and also to evaluate the color compatibility of the try-in pastes and their respective resin cements, calculating the color difference (ΔE_{00}) through the parameters L^* , a^* and b^* of reflectance, as to evaluate the translucency parameter (PT). The combination of three translucency levels of the lithium disilicate ceramic IPS e.max CAD (HT, MT and LT) with three colors of the resin cement Variolink Esthetic LC (light+, neutral and warm+), cemented over a composite resin substrate (Opalis, B1 color) resulted in nine groups ($n = 10$). Ninety ceramic discs (thirty of each type) were fabricated with dimensions of 12x0,5 mm, etched with hydrofluoric acid (5%) and silanized prior to cementation. The composite resin substrates were fabricated with dimensions of 12x3mm, where 1mm was of enamel resin and 2mm was of dentin resin. The color analysis was performed with a spectrophotometer, which made the readings at different moments (try-in paste, non polymerized cement, polymerized cement and polymerized cement 24 hours after being stocked in humidity by 37°C). The ΔE_{00} values were analyzed statistically by the Kruskal Wallis test, and the PT values were analyzed statistically by the two-way ANOVA test, followed by the Turkey test ($p < 0.05$). The HTL group showed the highest value of ΔE_{00} , and there was a significant difference ($p < 0.01$) between the colors of the resin cements and between the utilized ceramics. All groups achieved values of $\Delta E_{00} < 1.8$ ($p < 0.001$). Regarding the PT values, the two-way ANOVA test showed that both factors (cement color and ceramic), as their interactions, are significant ($p < 0.001$). The Light+ color showed the lowest PT value, being this difference more evident in the HTL group. In conclusion, the color and translucency of the final result of the ceramic laminated veneers are influenced by the color of the resin cement e by

the ceramic, and the try-in pastes can be utilized as an a evaluation method prior to cementation.

Keywords: Ceramic laminated veneers. Resin cement. Try-in pastes. Color. Translucency. Optical properties

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Sistema de cores de Munsell. Matiz (Hue), Chroma (Croma) e Value (Valor)	41
Figura 4.1 - Isomet 1000, Buehler	61
Figura 4.2 - Bloco cerâmico, antes e depois da usinagem no torno (A). Confirmação do diâmetro (B). Corte do cilindro em discos (C)	62
Figura 4.3 - Forno Programat P510 (A). Discos cerâmicos antes da sinterização (B). Discos cerâmicos após sinterização (C)	62
Figura 4.4 - Politriz, Buehler Ecomet 3	63
Figura 4.5 - Discos cerâmicos após polimento (A). Confirmação da espessura (B). Discos cerâmicos de diferentes níveis de translucidez (HT, MT e LT) (C). 63	
Figura 4.6 - Matriz desmontada (A). Matriz montada com os 2 espaçadores encaixados (B)	64
Figura 4.7 - Matriz com espaçador de 2mm durante a confecção da camada de dentina (A). Matriz com espaçadores de 1 e 2mm durante a confecção da camada de esmalte (B). Finalização com lamina de vidro (C). Após polimerização final (D)	65
Figura 4.8 - Padrão de fotopolimerização	65
Figura 4.9 - Camadas de esmalte e dentina no substrato (A). Verificação da espessura de cada camada (B)	65
Figura 4.10 - Substratos após acabamento e polimento	66
Figura 4.11 - Aferição de espessuras: Laminado e substrato juntos (A). Espaçador (B). Laminado e substrato com espaçador interposto (C)	66
Figura 4.12 - Substrato com espaçador (A). Paralelômetro associados a um peso de 1kg (B)	67

Figura 4.13 - Inserção do cimento resinoso sobre substrato (A).
Posicionamento do laminado sobre o cimento resinoso (B). Fotopolimerização
(C). Conjunto após fotopolimerização (D) 68

Figura 4.14 - Espectrofotômetro CM-3700 (Konica Minolta, Japão) 69

Figura 4.15: Espécimes posicionados sobre fundos branco (A) e preto (B) 69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) das pastas try-in e os respectivos cimentos polimerizado (imediato e 24h). Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)	76
Gráfico 5.2 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre prova úmida e cimento polimerizado (imediato e 24h). Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)	77
Gráfico 5.3 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre os cimentos não polimerizados e polimerizados (imediato e 24h). Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)	79
Gráfico 5.4 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre os cimentos polimerizados e após 24h. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)	80
Gráfico 5.5 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre diferentes cores de cimento polimerizado (imediato e 24h). Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)	82
Gráfico 5.6 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre diferentes cerâmicas. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)	83
Gráfico 5.7 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* na cerâmica HT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)	85
Gráfico 5.8 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* na cerâmica MT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)	85
Gráfico 5.9 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* na cerâmica LT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)	86
Gráfico 5.10 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* no cimento Neutral em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)	87

Gráfico 5.11 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* no cimento Neutral em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 87

Gráfico 5.12 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* no cimento Warm+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 88

Gráfico 5.13 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* na cerâmica HT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 89

Gráfico 5.14 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* na cerâmica MT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 89

Gráfico 5.15 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* na cerâmica LT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 90

Gráfico 5.16 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* no cimento Light+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 91

Gráfico 5.17 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* no cimento Neutral em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 91

Gráfico 5.18 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* no cimento Warm+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 92

Gráfico 5.19 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* na cerâmica HT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 93

Gráfico 5.20 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* na cerâmica MT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 93

Gráfico 5.21 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* na cerâmica LT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 94

Gráfico 5.22 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* no cimento Light+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 95

Gráfico 5.23 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* no cimento Neutral em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 95

Gráfico 5.24 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* no cimento Warm+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas) 96

Gráfico 5.25 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (PT) dos laminados. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$) 97

Gráfico 5.26 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (PT) na prova seca e na prova úmida. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$) 97

Gráfico 5.27 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (PT) de acordo com o cimento utilizado. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$) 99

Gráfico 5.28 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (PT) entre os cimentos polimerizados imediatos e após 24h. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$) 100

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Descrição dos materiais avaliados	60
Quadro 4.2 - Ciclo de sinterização	61
Quadro 4.3 - Divisão dos grupos.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Médias e desvios padrões dos parâmetros L^* , a^* e b^* dos laminados sozinhos, na prova seca e na prova úmida	73
Tabela 5.2 - Médias e desvios padrões dos parâmetros L^* , a^* e b^* dos laminados sobre os substratos em diferentes momentos (pasta try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e cimento polimerizado após 24 horas).....	74
Tabela 5.3: Teste t de uma amostra para comparar as médias de variação de cor (ΔE_{00}) de pastas try-in e seus respectivos cimentos fotopolimerizados com os limites de perceptibilidade e aceitabilidade	75
Tabela 5.4 - Médias da variação de cor (ΔE_{00}) entre prova úmida e cimento polimerizado (imediato e 24h)	77
Tabela 5.5 - Médias e desvio padrão dos valores de variação de cor (ΔE_{00}) entre o cimento não polimerizado e polimerizado (imediato e 24h)	78
Tabela 5.6 - Médias de ΔE_{00} - Variação de cor entre cimento polimerizado imediato e 24h	80
Tabela 5.7 - Médias da variação de cor (ΔE_{00}) entre diferentes cores de cimento polimerizado (imediato e 24h)	81
Tabela 5.8 - Médias de ΔE_{00} - Comparação entre diferentes cerâmicas	82
Tabela 5.9 - Médias das variações de L^* a^* b^* - Prova úmida vs Cimento polimerizado (imediato e 24h)	84
Tabela 5.10 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (laminados, prova seca e prova úmida).....	96
Tabela 5.11- Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez do cimento polimerizado.....	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD/CAM	computer-aided design / computer-aided manufacturing (desenho assistido por computador / manufatura assistida por computador)
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
PT	parâmetro de translucidez
HT	high translucence (alta translucidez)
LT	low translucence (baixa translucidez)
MT	medium translucence (média translucidez)
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)
ANOVA	Análise de variância

LISTA DE SÍMBOLOS

mm	milímetros
%	por cento
μm	micrômetros
MPa	mega Pascal
$^{\circ}\text{C}$	graus Celsius
nm	nanômetros
K	Kelvin
L^*	luminosidade
a^*	parâmetro a^*
b^*	parâmetro b^*
ΔE	diferença de cor
ΔE_{00}	diferença de cor pelo sistema CIEDE2000
λ	comprimento de onda

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	29
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	33
2.1	DISSILICATO DE LÍTIO.....	34
2.2	LAMINADOS CERÂMICOS	35
2.2.1	Laminados Cerâmicos Ultraconservadores.....	36
2.3	ADESÃO EM ESMALTE	37
2.4	ESTRUTURA DENTAL.....	39
2.5	PROPRIEDADES ÓPTICAS	39
2.5.1	Cor	40
2.5.1.1	As dimensões da cor	40
2.5.1.2	Percepção de cor	41
2.5.1.3	Metamerismo	45
2.5.1.4	Translucidez.....	45
2.5.2	Propriedades Ópticas da Estrutura Dental.....	46
2.6	A COR EM LAMINADOS CERÂMICOS	47
2.6.1	Substrato	47
2.6.2	Espessura e Translucidez das Cerâmicas	48
2.6.3	Cimento Resinoso	49
2.6.3.1	Espessura do cimento resinoso	52
2.7	PASTAS TRY-IN	54
3	PROPOSIÇÃO	57
4	MATERIAL E MÉTODOS	59
4.1	MATERIAIS UTILIZADOS.....	59
4.2	MÉTODOS.....	60
4.2.1	Confecção dos Laminados Cerâmicos.....	60
4.2.2	Confecção do Substrato.....	63
4.2.3	Espessura do Cimento	66
4.2.4	Cimentação.....	67
4.2.5	Propriedades Ópticas	68
4.2.6	Tamanho da Amostra	70
4.2.7	Desenho Experimental	71
4.2.8	Análise Estatística	71
5	RESULTADOS	73

5.1	DADOS OBTIDOS.....	73
5.2	VARIAÇÃO DE COR (ΔE_{00}).....	75
5.2.1	Compatibilidade de Cor das Pastas Try-In	75
5.2.2	Prova Úmida versus Cimento Polimerizado	76
5.2.3	Cimento não Polimerizado versus Cimento Polimerizado	78
5.2.4	Cimento Polimerizado Imediato versus Após 24 horas.....	79
5.2.5	Variação de Cor entre Diferentes Cores de Cimentos.....	81
5.2.6	Comparação de Cor entre Diferentes Cerâmicas	82
5.3	PARÂMETROS L^* a^* b^*	83
5.3.1	Parâmetro L^* - Luminosidade.....	84
5.3.2	Parâmetro a^* - Eixo Vermelho-Verde	88
5.3.3	Parâmetro b^* - Eixo Amarelo-Azul.....	92
5.4	PARÂMETRO DE TRANSLUCIDEZ (PT)	96
5.4.1	Parâmetro de Translucidez com o Cimento Resinoso.....	98
6	DISCUSSÃO	101
7	CONCLUSÕES	111
	REFERÊNCIAS	113

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da procura por dentes perfeitos, assim como com o aumento da expectativa estética dos pacientes, a busca pela excelência estética na Odontologia é um desafio diário para os cirurgiões dentistas. Atualmente, as cerâmicas dentais se destacam para restaurações estéticas devido a sua estabilidade de cor, propriedades ópticas capazes de mimetizar a estrutura dental com perenidade, boas propriedades mecânicas e biocompatibilidade. Os laminados cerâmicos se tornaram a técnica mais utilizada para correções de pequenas alterações de cor, fraturas, abrasões, má formação e mau posicionamento dos dentes anteriores (1).

A adesão de materiais restauradores ao esmalte se consagrou na odontologia restauradora moderna como uma técnica confiável, porém, a adesão à dentina é mais complicada e menos previsível devido à sua complexa estrutura e variável composição (2). O preparo do dente para o laminado cerâmico é crucial para o sucesso da restauração. Estudos mostram que laminados cerâmicos cimentados sobre esmalte tem melhor adesão que os laminados cimentados sobre dentina (3). Além disso, tem um menor risco de descolamento, fratura, sensibilidade pós-operatória, cáries secundárias e microinfiltração (4). Por consequência, os preparos se limitaram a uma redução vestibular de 0.5 a 0.7mm (1), tornando-os cada vez mais conservadores e se mantendo em nível de esmalte. As práticas atuais para preparos de laminados cerâmicos são minimamente invasivas, possibilitando a restauração por cerâmicas extremamente finas.

A introdução da tecnologia CAD/CAM na Odontologia possibilitou a fabricação de restaurações precisas com diferentes materiais, entretanto, a compatibilidade de cor da restauração final ainda é responsabilidade do cirurgião dentista (5), principalmente em casos de laminados unitários em regiões anteriores, onde há necessidade de compatibilizar com a cor do dente adjacente e a diferença pode ser mais perceptível pelo fato de receber mais luz, bem como ser mais fácil a comparação com os dentes vizinhos.

Apesar das propriedades ópticas satisfatórias das cerâmicas atuais, replicar a aparência de um dente natural não é uma tarefa fácil. A obtenção da

cor final da restauração é complexa e requer cuidado na combinação de inúmeros fatores, tais como: formato, textura de superfície, translucidez, grau de opalescência, fluorescência, marca e constituição da cerâmica, lote e técnica de fabricação da cerâmica (6, 7). Adicionalmente, a cor final também pode ser influenciada pela combinação da cor, translucidez e espessura da cerâmica com as cores do substrato dental remanescente e do agente cimentante utilizado (8, 9). Com a tendência de tratamentos mais conservadores e adesão apenas em esmalte, os laminados cerâmicos tendem a ter menor espessura, e consequentemente, são mais translúcidos, assim, a preocupação com a cor do substrato e do agente cimentante se torna fundamental. Alguns estudos mostraram que a espessura da cerâmica e a transmissão de luz estão altamente relacionadas (8, 10). Quanto maior for a translucidez da cerâmica, maior será a influência da cor do substrato dental na cor final (11). Em relação ao agente cimentante, ainda não há uma concordância na literatura sobre a influência da cor do cimento no resultado final. Alguns estudos sugerem que diferentes cores de cimentos causam diferenças de cor perceptíveis (12, 13). Entretanto, Vichi et al., 2000 (14) sugerem que o agente cimentante não tem efeito significativo na cor final.

Apesar da controvérsia sobre a influência da cor dos cimentos resinosos nos laminados cerâmicos, pastas hidrossolúveis com mesma cor do seu cimento resinoso polimerizado correspondente, as chamadas pastas *try-in*, foram desenvolvidas para auxiliar o profissional na escolha da cor do cimento resinoso em restaurações estéticas de pequena espessura (15). Entretanto, a compatibilidade de cor entre as pastas *try-in* e o cimento resinoso correspondente também é questionável. Alguns estudos sugerem o uso com cautela, pois constataram diferença de cor significativa entre a pasta *try-in* e o seu cimento dependendo da cor e da marca do cimento escolhidas (15-17).

A cor é um dos parâmetros estéticos mais importantes na Odontologia. Apesar da aferição de cor ser feita tradicionalmente de forma subjetiva através do uso de escala de cores pelo operador, o uso de aparelhos, como o espectrofotômetro, está aumentando devido a sua precisão, padronização e expressão numérica da cor, facilitando a comunicação dos dados da cor com o técnico (18).

Diversos estudos relatam os fatores que influenciam o efeito cromático final em laminados cerâmicos (3, 5-9, 12, 13, 19-26), porém, há falta de padronização na metodologia destes estudos, podendo levar a resultados controversos. Além disso, poucos estudos trabalham apenas com espessura de laminados menor que 0.7mm (9, 13, 21, 24), uma tendência da Odontologia minimamente invasiva. Outro ponto a se destacar é a carência de estudos na literatura que trabalham sobre substratos que simulem a situação clínica mais recorrente atualmente, de preparos sobre esmalte, tentando equivocadamente assemelhar efeito óptico de esmalte com dentina.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O sorriso é uma das formas não verbais mais expressivas da comunicação. Ele transmite grande variedade de emoções, do constrangimento passando pela felicidade, até o mais alto contentamento. O aumento da busca pela estética, estimulado pela sociedade e pela imagem de artistas e modelos famosos, vem gerando um aumento na procura por cirurgiões dentistas para melhorar a harmonia do sorriso. Neste processo, é comum haver alguma ansiedade por determinado tratamento como, por exemplo, clareamento ou facetas. Entretanto, cabe ao profissional diagnosticar o que está originando esta desarmonia e mostrar as alternativas de tratamento mais adequadas.

Dentre as alternativas, as restaurações em resina composta ou em cerâmicas são os materiais mais utilizados para a reconstrução do sorriso, cada um com a sua individualidade e indicação. A restauração direta com resina composta se destaca por apresentar rapidez, previsibilidade e baixo custo. Porém, o paciente deve ser alertado sobre a tonalidade e textura, que provavelmente irão mudar com o passar do tempo (27). Apesar de preservar a estrutura dental, as restaurações adesivas diretas requerem prática e habilidade, por serem feitas praticamente à mão livre, se tornando uma desvantagem para alguns profissionais (28).

Com a proposta de mimetizar a estrutura dentária de forma perene e uma alternativa às resinas compostas, o tratamento restaurador indireto com cerâmicas apresenta propriedades ópticas e mecânicas bem apropriadas na substituição de tecido dentário perdido ou alterado (29). Embora envolva uma etapa laboratorial, que normalmente é feita por um profissional terceirizado, o técnico em prótese dentária (TPD), atualmente envolve um preparo minimamente invasivo, que mesmo assim promove um desgaste além do tecido cariado, mas como grande vantagem permite reconstruções amplas do sorriso com um material de propriedades físicas melhores, tanto mecânicas quanto ópticas, o que permite uma longevidade maior nestes dois sentidos,

com menor chance de desgastes, fraturas e descolamentos, bem como com estabilidade de cor e brilho melhor.

2.1 DISSILICATO DE LÍTIO

As cerâmicas odontológicas promovem excelentes resultados estéticos, devido à sua capacidade de mimetizar as estruturas dentais com a interação da luz. Dentre as cerâmicas mais utilizadas para confecção de laminados estão as vitrocerâmicas à base de dissilicato de lítio (30).

O dissilicato de lítio é normalmente selecionado devido às boas propriedades ópticas e boa adesão à estrutura dental por ser uma cerâmica condicionável. É menos poroso e pode ter alto conteúdo cristalino em comparação a outras cerâmicas (31), permitindo uma resistência mecânica adequada para as suas devidas funções. A alta translucidez do dissilicato de lítio é consequência da sua microestrutura que contém uma grande quantidade de fase vítrea e cristais relativamente translúcidos (dissilicato de lítio, $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) (32). Devido ao índice de refração relativamente baixo da leucita e do dissilicato de lítio, mesmo com um relativo alto conteúdo cristalino, podem oferecer translucidez suficiente para restaurar um bordo incisal (33). Estão disponíveis em diferentes cores e níveis de translucidez, dependendo do tamanho e quantidade de cristais presentes (34).

O IPS e.max, por exemplo, é um dissilicato de lítio composto por quartzo, dióxido de lítio, óxido de fósforo, alumina, óxido de potássio e outros componentes; e pode ser processado através de duas técnicas: a de cera perdida seguida por prensagem em alta temperatura ou usinados pelo método CAD/CAM (*computer aided design/computer aided manufacturing*) (35). Entre as vantagens da técnica CAD/CAM estão: padronização no processo da produção, economia de tempo e produção de restaurações quase livre de defeitos (36).

Os blocos utilizados para usinagem na técnica CAD/CAM (IPS e.max CAD) apresentam inicialmente uma cor azulada, pois estão parcialmente sinterizados, contendo 40% de cristais de metassilicato de lítio (Li_2SiO_3) com

0,5µm de tamanho. Neste formato, apresentam uma dureza e resistência moderadas (130MPa), e conseqüentemente, facilitam a usinagem e reduzem o desgaste das pontas do equipamento para usinagem. Após o tratamento térmico (840 a 850°C) a cerâmica atinge a sua completa sinterização, contendo 70% em volume de cristais de dissilicato de lítio ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) com 1,5µm de tamanho. Nesta condição, a cerâmica adquire maior resistência (360MPa), translucidez e cor (34, 37).

2.2 LAMINADOS CERÂMICOS

Com a introdução do condicionamento da estrutura dental com ácido fosfórico (38) e o tratamento da superfície da cerâmica com ácido fluorídrico (39) e silano se tornou possível a adesão dos laminados à superfície dental. Essas evoluções das técnicas adesivas viabilizaram tratamentos restauradores conservadores, preservando maior quantidade de estrutura dental.

Somente após a publicação de Simonsen e Calamia (1983) (39), que comprovou que a aplicação do ácido fluorídrico na cerâmica a tornaria capaz de aderir de forma segura à estrutura dentária, é que a técnica de laminados cerâmicos se consolidou.

Os laminados cerâmicos em dentes anteriores têm amplas indicações, desde uma simples alteração de cor não alcançada pelo processo de clareamento; correções de forma e textura de dentes fraturados ou que podem ter deformações ou anomalias congênitas; substituição de restaurações extensas e insatisfatórias; até correções de dentes mal posicionados, com diastemas, girovertidos ou inclinados; sendo também eficientes no restabelecimento de guias oclusais. São também biocompatíveis, e atuam como isolantes térmicos (40).

Os laminados cerâmicos possuem alta taxa de sucesso segundo alguns estudos longitudinais. No mais longo destes estudos, Layton et al., (2012) (41), relataram uma taxa de sucesso de 96% de laminados cerâmicos cimentados sobre esmalte. Em concordância, Gurel et al., (2013) (4) também relataram alta

taxa de sucesso, 86% após 12 anos, Dumfahrt e Schaffer (2000) (42), 91% após 10 anos, e Fradeani et al., (2005) (43), 94,4% após 12 anos.

2.2.1 Laminados Cerâmicos Ultraconservadores

Os recentes avanços na ciência dos materiais permitiram que dentística restauradora, bem como a prótese, focassem em procedimentos minimamente invasivos. A ideia de restaurações minimamente invasivas é essencial para o sucesso das restaurações, assim, a indicação de laminados de mínima espessura aumentou consideravelmente (44).

O conceito de máxima preservação do esmalte e a possibilidade de criar laminados extremamente finos com melhores propriedades físicas, e principalmente ópticas, promoveram novas abordagens para tratamentos dentais estéticos (45).

Os laminados cerâmicos ultraconservadores podem ser indicados quando há desgaste anterior e estrutura dental sadia remanescente, para mudanças de formato e pequenas alterações de cor (33). Esta técnica se tornou uma opção de tratamento devido à estabilidade de cor das cerâmicas, biocompatibilidade, propriedades mecânicas e resultado estético (4), além disso, reduzem a chance de danos periodontais e pulpares (46, 47). O posicionamento da margem do laminado cerâmico em região supragengival beneficiou a saúde periodontal (48) e simplificou a técnica operatória. Uma demarcação indesejada da margem do laminado pode ser minimizada ou eliminada pela translucidez da cerâmica nesta região, tornando a junção virtualmente invisível. Este efeito é análogo ao que ocorre no olho humano e as lentes de contato, e por isso, estes laminados ultrafinos também são conhecidos como lentes de contato (47, 48).

Inicialmente os laminados eram realizados sem nenhum desgaste dental prévio, adquirindo uma aparência volumosa e um perfil de emergência não natural, além de causar irritação ao tecido gengival (49).

Preparos conservadores permitiram uma melhora no perfil de emergência e contorno, definindo uma linha de término (50). O preparo para laminados cerâmicos ultraconservadores prioriza a estrutura dental sadia, se limitando de 0,3mm até 0,7mm de redução de tecido dental dependendo da região, e se mantendo em nível de esmalte (3, 47, 49, 51).

A maior diferença entre laminados ultraconservadores e coroas totais é a espessura da cerâmica na margem gengival, onde nos laminados pode chegar a 0,1mm de espessura, contrastando com as coroas que podem ser de 1mm ou mais (47).

As maiores vantagens desta técnica são: não necessidade de anestesia, ausência de sensibilidade pós-operatória, adesão diretamente ao esmalte, tratamento rápido, conservação da estrutura dental, não necessidade de provisórios e grande aceitação dos pacientes por preservar o dente (52).

2.3 ADESÃO EM ESMALTE

O esmalte é uma estrutura de alta dureza que protege a dentina. Por outro lado, a dentina juntamente com a camada de fibras colágenas da junção amelo-dentinária também protegem o esmalte compensando a sua alta friabilidade, dissipando as forças transmitidas à estrutura (53). Com o avanço dos procedimentos adesivos, é esperado que as integridades biomecânica e estrutural do complexo esmalte-dentina podem ser parcialmente mimetizadas através dos laminados cerâmicos (54).

O sucesso da adesão ao dente está na adequada preparação e condicionamento das superfícies envolvidas, dente e cerâmica. A resistência de união entre a resina composta e o esmalte condicionado pelo ácido fosfórico pode chegar a 20MPa, porém, durante a polimerização da resina, a contração pode gerar um estresse de mais de 7 MPa, que varia de acordo com a configuração da cavidade, sendo menor em preparos de uma única superfície. Assim, esta resistência de união entre esmalte e cerâmica é adequada para prevenir abertura da margem pela contração de polimerização (2).

Defeitos marginais, fraturas e descolamento estão entre os motivos mais comuns de falhas em laminados cerâmicos (1, 4, 55). A adesão de cerâmicas ao dente natural é relatada ser mais forte e previsível em nível de esmalte (1, 2, 56) devido à complexa estrutura histológica e composição variada da dentina (2). Mesmo uma fina camada de esmalte remanescente promove uma adesão confiável com o cimento resinoso e protege o dente de sensibilidade pós operatória (57). Porém, Ge et. al (2014) (50) demonstraram que quanto mais espessa for a camada de esmalte remanescente, menor seria a chance de uma falha catastrófica, tornando a região cervical mais susceptível à este tipo de falha sob uma determinada carga.

A confiável adesão ao esmalte teve grande impacto no formato do preparo de coroas totais e laminados, resultando em uma preservação significativa da estrutura dentária. Uma maior preservação do esmalte promove uma adesão superior comparada à dentina, menor sensibilidade após cimentação (57), um maior suporte à restauração e reduz o número de intervenções endodônticas (58).

O sucesso dos laminados cerâmicos é atribuído a uma durável adesão entre dois materiais, a cerâmica e o esmalte, sendo a resistência de união ao esmalte maior do que à dentina (1), com ambos se comportando mecanicamente e com módulos de elasticidade similares (50, 59).

Apesar da preocupação com a profundidade do preparo e redução de esmalte, um mínimo de desgaste é necessário para a remoção da camada superficial de esmalte aprismático e hipermineralizada que pode ser resistente ao condicionamento com ácido fosfórico (60).

Clinicamente, um estudo retrospectivo de 12 anos mostrou que há um aumento no risco de falhas de laminados cerâmicos quando estes estão parcialmente ou totalmente aderidos em dentina (4). Ozturk et al., (2013) (60) e Ge et al., (2018) (61) também relataram maior resistência de união em esmalte de laminados cerâmicos em comparação à adesão em dentina ou em substratos mistos (esmalte e dentina), sendo esta última maior do que em dentina pura.

2.4 ESTRUTURA DENTAL

Um fator importante para o sucesso dos laminados cerâmicos é o conhecimento da espessura do esmalte, que varia de acordo com o dente e a região no próprio dente (62). Ferrari et al., (62) avaliaram a espessura de esmalte nos terços cervical, médio e incisal da superfície vestibular dos dentes anteriores, e concluíram que a espessura no terço cervical varia de 0,3 a 0,5mm, no terço médio de 0,6 a 1mm, e no terço incisal de 1 a 2,1mm. Com isso, relataram o cuidado que se deve ter no preparo de laminados nas regiões cervical e proximal (60), pois um desgaste de 0,5mm já seria suficiente para exposição dentinária. Porém nas outras regiões a espessura do esmalte permite tamanha redução.

Além da preocupação de qual dente e região que será preparada para laminados, Atsu et al., (63) acrescentaram que a idade também de ser levada em consideração e concluíram que a redução de espessura está diretamente relacionada com o aumento da idade.

O princípio para um laminado com longa duração após a cimentação é a redução controlada e suficiente da estrutura dental, que permita uma espessura de cerâmica homogênea, promovendo uma restauração com maior resistência mecânica. As matrizes de silicone seccionadas em diferentes planos, obtidas através de um bom ensaio de diagnóstico (*mock-up*), constituem um método simples e eficiente para guiar cada passo do preparo (64, 65), evitando assim desgastes desnecessários.

2.5 PROPRIEDADES ÓPTICAS

A aparência óptica de um objeto é determinada pela transmissão, absorção e reflexão de um feixe de luz. A estrutura dental reflete, difunde, absorve e transmite a luz que atinge a sua superfície. Por isso, para resultados estéticos aceitáveis, a compatibilidade de cor final das restaurações cerâmicas

é conseguida quando se controla estes destinos da luz na estrutura dental/cerâmica. (66)

2.5.1 Cor

Cor é caracterizada como uma sensação capturada pelo nossos olhos (7) e está totalmente relacionada à luz. Para uma cor ser vista, a luz refletida de um objeto estimulará os sensores neurais, chamados cones e bastonetes, da retina do olho e estes mandarão um sinal que será interpretado no córtex cerebral (67).

Há três tipos de cones, cada um com um nível de fotossensibilidade a um pigmento específico, que respondem seletivamente às cores primárias, azul, verde e vermelho. Já os bastonetes são responsáveis pela visão em baixos níveis de iluminação, ou seja, em situações de visão noturna (68).

A quantidade de luz que entra pelo olho é controlada pela íris, que dilata ou contrai de acordo com o nível de iluminação. Há uma maior quantidade de bastonetes do que cones, estes últimos mais concentrados em uma pequena área no centro da retina. A precisão da percepção da cor depende da área da retina estimulada pela luz. Em condições de alta iluminação, a pupila se estreita, direcionando a luz para a pequena área do centro onde os cones estão concentrados, e em baixa iluminação, a pupila se abre, estimulando outras áreas da retina onde se encontram os sensores menos precisos, os bastonetes (67).

2.5.1.1 As dimensões da cor

A cor é usualmente descrita de acordo com os termos do espaço de cor de Munsell, matiz, croma e valor. Matiz é a cor propriamente dita e está diretamente relacionada ao comprimento de onda observado, como azul, verde vermelho, etc. Em Odontologia, as matizes na escala Vita são representadas pelas letras A (marrom avermelhado), B (amarelo avermelhado), C (cinza) e D (cinza avermelhado) (69). Croma é o grau de saturação ou a pureza da matiz,

ou seja, a quantidade pigmento da matiz. O valor se refere à luminosidade ou ao brilho, e é definido como a quantidade de luz que o objeto reflete quando comparado a um difusor branco puro (100% de reflexão) e a um absorvente preto (0% de reflexão) (70). Quanto maior o valor, mais próximo do branco puro a cor está, e quanto menor o valor, mais próximo do preto puro (67).

Figura 2.1 - Sistema de cores de Munsell. Matiz (Hue), Chroma (Croma) e Value (Valor)

Fonte: Google - <https://picoman.pw/Munsell-and-the-color-of-flesh-Skin-tone-palette-art-in-2019.html>

2.5.1.2 Percepção de cor

A percepção de cor é afetada por inúmeros fatores. Em se tratando de dentes, características ópticas como brilho, opacidade, translucidez, metamerismo, opalescência e fluorescência podem ser fatores adicionais no processo (71). O ambiente também deve ser levado em consideração, tornando-se necessária a preocupação com as cores de fatores ao redor. Efeitos de roupas, maquiagem (por exemplo, o batom) devem ser neutralizados. A habilidade de perceber a correta matiz diminui progressivamente com o tempo pois os pigmentos fotossensíveis envolvidos quando os cones são estimulados pela luz são consumidos em maior taxa do que regenerados, tornando o olho menos sensível para definir a matiz. Assim, com a presença de batom vermelho

intenso, por exemplo, o dente pode aparentar ser mais esverdeado devido a redução da percepção do vermelho. Para resolver este problema em situações clínicas, comparações durante a seleção de cor não devem levar mais do que 5 segundos (69).

A qualidade da fonte de luz é o fator mais influente para determinar uma cor. A fonte de luz ideal é a luz natural, por volta do meio-dia. Se a fonte de luz muda, a luz refletida pelo objeto também mudará e uma cor diferente será percebida. A iluminação no consultório e no laboratório deve ser balanceada no espectro visível entre 380-780nm e ter uma temperatura de cor entre aproximadamente 5500 a 6500K (67, 68).

A escolha de cor pelo método visual é feita através da comparação do dente com as escalas de cor, porém é uma técnica subjetiva, a percepção de cor depende da interação da luz e o complexo superfície e estrutura dentais (72). Além disso, pode ser influenciada por fatores individuais como: idade, gênero e experiência do avaliador, fadiga ocular, daltonismo, plano de fundo e ângulo de percepção (72, 73).

De um ponto de vista processual, a seleção de cor envolve uma sequência, começando pelo valor e seguido pelo croma e matiz, pois o valor é o parâmetro mais perceptível ao olho humano devido à grande quantidade de bastonetes (células fotorreceptoras para luz monocromática) em relação aos cones (células fotorreceptoras que detectam diferentes cores) na retina humana (74).

Algumas das principais limitações das escalas de cores: não cobrem totalmente o espaço de cor dos dentes naturais, é subjetivo, as cores diferem entre marcas comerciais, problemas de controle de qualidade na fabricação e nos lotes de cerâmica dos mesmos fabricantes (69).

Na Odontologia, apesar da escolha de cor ser tradicionalmente através da utilização de escalas de cores, alguns estudos já documentaram que a escolha de cor pelo método visual é subjetivo e pode ser afetado por vários fatores (67, 75). Recentemente, houve uma maior preocupação em padronizar o método e permitir a expressão numérica da cor, para facilitar e precisar a comunicação da cor, aumentando o uso de colorímetros, espectrofotômetros e

imagens em computador na Odontologia (18). A combinação de ambas técnicas, visual e instrumental, é a mais recomendada (72, 75).

Mensurar a cor por meio de instrumentos oferece uma maior vantagem sobre a determinação de cor pelo método visual, já que os resultados das leituras destes aparelhos são objetivos e podem ser expressados matematicamente. Esses instrumentos expressam a mensuração da cor em 3 valores de coordenadas (L^* , a^* , b^*), localizando a cor do objeto no espaço de cor CIELab. A coordenada L^* representa o valor (luminosidade ou brilho) e é quantificada numa escala que varia do preto perfeito (valor igual a 0) ao branco perfeito (valor igual a 100), a^* representa a cromacidade no eixo verde (a^* negativo) e vermelho (a^* positivo), e b^* representa a cromacidade no eixo amarelo (b^* positivo) e azul (b^* negativo) (10). Em cores neutras (branco e cinzas), as coordenadas a^* e b^* se aproximam do zero e aumentam em magnitude para as cores mais saturadas ou intensas (73). A diferença de cor, representado por ΔE , de dois objetos pode ser determinada comparando as diferenças entre os respectivos valores das coordenadas de cada objeto (76). Um baixo valor de ΔE significa maior proximidade na compatibilidade de cor.

Os colorímetros são geralmente instrumentos relativamente simples e de baixo custo que medem a cor com base em três eixos através de um filtro que simula o olho humano (74). Já o espectrofotômetro é um instrumento mais sofisticado, que gera uma curva espectral e obtém dados através da reflexão e transmissão de luz de um objeto em intervalos de 1 a 25nm no espectro visível (350 a 800nm) (74, 75), e possui a vantagem de analisar os principais componentes de uma série de espectros e a capacidade de converter estes dados em medidas de cor (7, 74).

A introdução do sistema CIELab em 1976 pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE, Commission Internationale de l'Eclairage) é baseado no espaço de cor uniforme L^* a^* b^* , pois foi criado baseado nas cores primárias para eliminar inconsistências inerentes à percepção de cor e individualidades entre vários observadores. Este sistema consegue representar a cor de forma acromática (L^*) e em dois eixos cromáticos representados pelo amarelo-azul (b^*) e vermelho-verde (a^*) (68).

No sistema CIELab, a nova fórmula CIEDE2000 foi desenvolvida para calcular a diferença de cor (ΔE), melhorando a correlação entre julgamentos visuais e valores obtidos pelo método instrumental com a inclusão de funções de ponderação e fatores paramétricos que levam em consideração diferenças na textura e plano de fundo.

Os espectrofotômetros podem detectar pequenas diferenças de cor não perceptíveis ao olho humano, assim, se tornou importante estabelecer valores de referência para resultados de estudos nos termos de ΔE , para entender se esta diferença é percebida pelo olho humano e se a diferença é clinicamente relevante (74).

Existem dois principais limites para avaliar diferenças de cor, que servem como ferramenta de controle de qualidade para guiar a seleção dos materiais, avaliar a performance clínica, e interpretar dados da clínica e das pesquisas de forma padronizada, visual e instrumental (77). Os limites visuais de perceptibilidade e aceitabilidade podem ser somente quantificados combinando os métodos de visual e instrumental de mensuração de cor (78). Quando uma diferença de cor entre dois objetos pode ser notada apenas por 50% dos observadores, é definido como limite de perceptibilidade 50:50%. Na Odontologia, a compatibilidade de cor pode ser definida como uma diferença de cor igual ou abaixo do limite de perceptibilidade de 50:50%. Há uma segunda situação, onde a diferença de cor é percebida, porém é aceitável para 50% dos observadores, definindo o limite de aceitabilidade 50:50%. Neste caso, uma diferença de cor aceitável deve ser igual ou inferior a este limite, caso contrário, a restauração deverá ser corrigida ou substituída (78).

Recentemente, Paravina et al., (2015) (77) definiram novos valores de referência para os limites de perceptibilidade e aceitabilidade, correspondendo a valores CIEDE2000 (ΔE_{00}) iguais a 0,8 e 1,8 respectivamente.

2.5.1.3 Metamerismo

Outro fator que influencia o comportamento da cor é a natureza da fonte luminosa, que pode variar no tipo, intensidade e ângulo de incidência, podendo mudar a percepção de cor de um objeto (79).

Metamerismo é a mudança na percepção de cor de dois objetos sob a mesma ou diferente luzes, sendo compatíveis sob a mesma luz, e diferentes em condições dispare de iluminação. Dois objetos com curvas de distribuição espectral idênticas sempre serão compatíveis, independentemente da iluminação. Entretanto, diferentes materiais com a mesma cor dificilmente atingirão a mesma distribuição espectral, resultando em metamerismo (69).

2.5.1.4 Translucidez

Além do valor, matiz e croma, existem outras propriedades ópticas secundárias da estrutura dental que podem afetar a aparência do dente, como a translucidez, opalescência e fluorescência (70). O espaço de cor CIELab não leva em consideração estes outros componentes na percepção da cor (80).

A translucidez é um dos fatores primários para um resultado estético e crítico na seleção dos materiais. É importante não só reproduzir a cor (matiz, croma e valor), mas também a translucidez do dente natural dando o aspecto de vitalidade e uma aparência natural às restaurações estéticas (30). Todos os sistemas cerâmicos têm uma diferente composição, microestrutura, conteúdo cristalino, fases e opacificadores (por exemplo: dissilicato de lítio, leucita, etc) que podem influenciar nas propriedades ópticas destes sistemas. Um aumento do conteúdo cristalino para obtenção de maior resistência ou dos opacificadores pode oferecer maior opacidade (66). Translucidez é a propriedade do material que ocorre quando um feixe de luz é difundido, refletido e transmitido através de um objeto. Ela permite a passagem de luz, mas também a dispersa, assim o objeto não pode ser claramente visualizado através do material (30). Quanto maior a quantidade de luz transmitida pelo objeto, maior será a translucidez do

material, e logicamente, quanto maior a quantidade de luz refletida, maior será a opacidade (6, 81). Sendo assim a translucidez pode ser descrita como o estado entre a completa opacidade e transparência (30).

Há inúmeros fatores que afetam a opacidade da cerâmica, incluindo a sua espessura, estrutura cristalina, número de queimas, tamanho do grão, pigmentos, porosidade, e número, tamanho e distribuição dos defeitos (82).

A quantidade de luz que é absorvida, refletida e transmitida depende da quantidade de cristais no interior da matriz, da natureza química e do tamanho das partículas em comparação ao comprimento de onda (λ) incidente (81), quanto maior for o tamanho das partículas e quanto maior for a quantidade, mais opaca será a cerâmica (81).

Recentemente os fabricantes têm desenvolvido sistemas cerâmicos com diferentes níveis de translucidez (alta e baixa) para oferecer uma maior variedade de transmissão de luz para diferentes situações clínicas (6).

Quando a cor da restauração é combinada com a translucidez apropriada, a restauração pode ficar bem próxima às estruturas dentais ao redor (66).

2.5.2 Propriedades Ópticas da Estrutura Dental

A cor do dente é o resultado da interação do esmalte, dentina e polpa com a luz. Esses tecidos têm diferentes características estruturais e consequentemente, apresentam diferentes características ópticas. As propriedades ópticas e a espessuras destes tecidos determinarão a cor final do dente (70). A cor do dente é predominantemente determinada pela dentina, que é menos translúcida, e o esmalte contribui na forma de espalhar as ondas de luz na frequência do azul (70).

As translucidezes do esmalte e da dentina tendem a variar devido à espessura destes tecidos. Em dentes naturais a espessura do esmalte varia, sendo mais translúcido no terço cervical, permitindo maior influência da dentina.

Similarmente, em pacientes jovens, onde o esmalte é mais espesso, o dente tem uma aparência mais opaca e um maior valor (70).

2.6 A COR EM LAMINADOS CERÂMICOS

A previsão da cor final dos laminados cerâmicos é difícil e é influenciada pela interação de diversas variáveis, como: cor do dente remanescente, tipo, cor e espessura do cimento, e cor, espessura, translucidez, opalescência, fluorescência, textura de superfície, número de queimas (83), marca, lote e técnica da cerâmica utilizada (6-8, 14, 26, 81).

A introdução da tecnologia CAD/CAM no campo odontológico abriu portas para a fabricação de restaurações precisas utilizando diferentes materiais (5). Entretanto, a dificuldade de acertar a cor continua sendo um desafio, e de responsabilidade direta do cirurgião dentista (5), podendo a incompatibilidade de cor final se tornar um caso de insucesso, principalmente na região anterior.

A compatibilidade de cor e a capacidade de mascaramento com laminados cerâmicos são as maiores dificuldades na atividade clínica. A chave do sucesso está em entender que a cor final obtida e o metamerismo combinado das cores do dente, do cimento resinoso selecionado e da cerâmica escolhida, além da sua espessura (7, 84).

2.6.1 Substrato

A cor final da restauração cerâmica é dependente da cor do substrato, assim, a cor a cerâmica não pode ser apenas selecionada de acordo com a escala de cor, a menos que o profissional passe a informação da cor do substrato para o técnico, para que todo o conjunto seja levado em consideração (75).

A cor do substrato tem um papel crucial na aparência final da restauração, onde imperfeições devem ser minimizadas, restaurações antigas devem ser substituídas e clareamento prévio também pode ser aplicado para

deixar a cor do substrato mais favorável (84). Mascaram descolorações indesejadas sem sacrificar a translucidez da restauração final é muito difícil, por isso, em casos extremos de descoloração os laminados cerâmicos ultraconservadores não estão indicados (7, 11, 23, 85). Vichi et al., (2000) (14) relataram que se a espessura da cerâmica for menor que 1mm, é necessário um substrato com compatibilidade de cor favorável para garantir um resultado estético aceitável, e mesmo em espessuras maiores, 1,5mm, é prudente ler a cor do substrato em consideração. Shadman et al., (2015) (86) relataram que a espessura mínima para mascarar um substrato severamente escurecido é de 0,8mm, porém, os autores fizeram a pesquisa com cerâmicas em multicamadas, onde uma cerâmica de alta opacidade foi selecionada para a confecção dos *copings*.

2.6.2 Espessura e Translucidez das Cerâmicas

Atualmente, a espessura de laminados cerâmicos ultraconservadores e convencionais varia entre 0,3 a 1,5mm (7, 87), tornando-se importante a preocupação com este fator. Quanto menor a espessura, maior seria a transmissão de luz. Vários estudos avaliaram a influência da espessura, cor e translucidez da cerâmica no resultado final da restauração, e concluíram que estes fatores estão diretamente relacionados e que podem produzir alterações de cor perceptíveis (7, 11, 21, 23).

Niu et al., (2013) (10) mostraram que a espessura da cerâmica afeta a cor final em restaurações de dissilicato de lítio CAD/CAM. Kang et al., (2019) (88) também mostraram que a cor de cerâmicas do tipo dissilicato de lítio é influenciada pela sua espessura, e que a diferença de cor aumenta à medida que a espessura da cerâmica é aumentada também.

Estudos relataram métodos para avaliar a translucidez e opacidade dos materiais utilizados em restaurações estéticas, como: transmitância direta da luz, parâmetro de translucidez (PT) e razão de contraste (66, 89, 90). Poucos estudos compararam alguns destes parâmetros e descreveram uma possível correlação entre eles (66, 89, 91). Porém, não chegaram a nenhum consenso sobre o

método de escolha para quantificar a translucidez destes materiais restauradores.

Baseado no sistema CIELab, a translucidez de um material é normalmente determinada pelo parâmetro de translucidez (PT), se referindo a diferença de cor entre a espessura uniforme de um material sobre um fundo preto e outro branco, correspondendo diretamente a uma avaliação visual comum de translucidez (6). Se o material for totalmente opaco, o valor do PT é igual a zero. Quanto maior o valor do PT, maior será a translucidez. (6, 92)

Kursoglu et al., (2015) (93) relatam a espessura de cerâmica afeta a translucidez, onde uma maior espessura resulta em menor valor do PT. Hernandez et al., (2016)(6) avaliaram o efeito de duas cores diferentes de cimento e o PT de laminados de dissilicato de lítio de alta (HT) e baixa (LT) translucidez e concluíram que, independentemente da cor do cimento utilizado, a cerâmica HT mostrou um menor croma, e o PT da cerâmica HT era significativamente maior do que da LT, independentemente da presença de cimento.

2.6.3 Cimento Resinoso

Para se manter uma boa adesão entre cerâmica e estrutura dental, uma boa polimerização do cimento resinoso é necessária. O cimento resinoso fotopolimerizável é geralmente o material de escolha pelos cirurgiões dentistas para cimentação de laminados devido à sua estabilidade de cor e por permitir maior controle do tempo de trabalho, em comparação aos cimentos duais ou quimicamente ativados (94).

A polimerização dos cimentos duais ou quimicamente ativados depende de iniciadores, como as aminas terciárias aromáticas. Porém, a oxidação destes grupos com amina terciária pode causar alterações de cor com o passar do tempo (23). Uma polimerização insuficiente dos cimentos fotopolimerizáveis também pode influenciar devido a maior quantidade de monômeros residuais que pode levar a formação de pigmentados produtos de degradação (94).

Apesar de todas as considerações estéticas, a longevidade da restauração cerâmica depende primariamente da durabilidade da adesão entre cerâmica e cimento, assim como entre o cimento e a estrutura dental. A força de adesão é diretamente proporcional à uma adequada polimerização do cimento resinoso. Uma polimerização insuficiente está relacionada a uma quantidade de luz insuficiente para ativar os monômeros, que pode ser alterada de acordo com a espessura e cor da restauração cerâmica (82, 95). Por esta razão, as características dos materiais cerâmicos podem determinar a quantidade de luz transmitida e consequentemente, o grau de conversão do cimento resinoso (96).

Atualmente, o cimento resinoso é comercializado em diferentes cores, permitindo o cirurgião dentista ter mais opções durante a cimentação para auxiliar na obtenção de um resultado estético final desejável dos laminados cerâmicos (32). Os fabricantes justificam que uma variedade de cores de cimento resinoso pode auxiliar no ajuste final da cor do laminado cerâmico (9), podendo minimizar discrepâncias de cor da cerâmica para a cor inicialmente selecionada (9). Porém, o impacto da cor do cimento resinoso no resultado final permanece controversa na literatura. Além disso, cimentos resinosos representando a mesma cor, mas de diferentes fabricantes podem ter efeitos cromáticos finais diferentes (97).

Alguns estudos relataram que o cimento resinoso pode produzir diferenças de cor perceptíveis dependendo da combinação das cores do substrato, cimento e cerâmica (13, 18, 19, 32, 98). Chen et al., (2015) (13) observaram que o cimento resinoso pode afetar a cor final, mesmo em cerâmicas de baixa translucidez (IPS e.max Press LT), e essa diferença pode variar de acordo com a cor de cimento escolhida. Turgut e Bagis (2013) (8) mostraram maior influência do cimento resinoso em laminados com 0,5mm de espessura, enquanto laminados de 1mm apresentaram menor diferença.

Já outros estudos não apresentaram efeito significativo do cimento resinoso (20). Vichi et al., (2000) (14) reportaram diferença apenas instrumentalmente detectável, porém clinicamente indetectável. No estudo de Terzioglu et al., (2019) (20) diferentes cores de cimento não apresentaram diferenças perceptíveis. Porém, a espessura da cerâmica tem um papel crucial neste aspecto, podendo diminuir a influência da cor do cimento quando

produzidas em maiores espessuras (7, 32, 87). Li et al., (2017) (9) mostraram diferenças de cor, produzidas pelo cimento resinoso, significativas em laminados de 0,5mm de espessura, porém, entre espessuras de 0,7 a 1mm não houve diferença relevante. Vaz et al., (2019) (98) mostraram uma influência de cor significativa nas espessuras 0,35 e 0,7mm de laminados, porém a influência foi maior nos laminados de 0,35mm.

O cimento resinoso pode ser o fator de menor responsabilidade no final, porém, ele pode ter uma contribuição importante. Normalmente, cimentos resinosos com alto teor de carga refletem mais a luz, se tornando mais opacos, podendo afetar o resultado final consideravelmente. O valor e opacidade do cimento resinoso são geralmente mais importantes do que o matiz e croma selecionados (84). Jankar et al., (2015) (24) compararam a diferença do efeito de cimentos resinosos opacos e transparentes em laminados cerâmicos de 0,5mm de espessura e concluíram que os opacos fornecem uma cor mais clara, aumentando a luminosidade (L^*) do que o transparente para os laminados. Perroni et al., (2016) (25) analisaram a influência do agente cimentante no resultado final, e concluíram que a opacidade do material tem papel mais importante no conjunto final, onde croma e matiz tiveram menor influência.

Dozic et al. (2010) (21) observaram que a cor final dos laminados cerâmicos era diretamente influenciada pela cor do substrato, e que a cor do cimento resinoso pouco influencia no conjunto final, porém, consideraram também que foi utilizada uma fina espessura de cimento ($30\mu\text{m}$), podendo esta medida não ser efetiva para criar uma diferença de cor significativa. Salameh et al. (2014) (5) também relataram nenhuma influência da translucidez do bloco cerâmico e da opacidade do cimento resinoso escolhidos, porém, ressaltaram que o uso de um bloco de cerâmica feldspática pode oferecer resultado diferente em relação ao dissilicato de lítio, já que este último oferece melhores propriedades mecânicas e maior opacidade.

2.6.3.1 Espessura do cimento resinoso

O conhecimento sobre a espessura de cimento resinoso é interessante pois também pode influenciar na cor final. Em um estudo variando a espessura do cimento resino em 50, 100 e 300 μ m, Niu et al., (2014) (22) relataram que a espessura do cimento também pode impactar no resultado final da cor da restauração cerâmica.

Já em outro estudo, Vichi et al., (2000) (14), compararam a influência de espessuras de cimento de 100 e 200 μ m para mascarar substratos não favoráveis, e notaram que diferentes espessuras de cimento podem ter uma leve influência na cor final.

Durante a confecção de uma restauração cerâmica, mesmo controlando todas possíveis variáveis que possam interferir na adaptação da peça, o seu total assentamento pode ser afetado devido ao espaço insuficiente para o agente cimentante.

O espaço reservado em uma peça protética para cimentação precisa ser uniforme para facilitar a inserção, porém sem comprometer a retenção e resistência (99). Muitos fatores afetam a espessura de película da cimentação, incluindo a forma de preparo das margens, rugosidades na superfície do preparo, pressão de cimentação, tipo de cimento e alívios realizados na peça durante a fabricação (100).

Um alívio interno na restauração permite o aumento do espaço do cimento entre as superfícies do dente e da peça protética, reduzindo as áreas de estresse durante a cimentação e consequentemente, permitindo melhor adaptação. Adicionalmente, diminuem o tempo de assentamento, melhoram o extravasamento de excessos de cimento e reduzem a pressão necessária para assentar a peça (101, 102). A maioria dos estudos sugerem que um alívio de 20 a 40 μ m é clinicamente aceitável (100, 103-107).

Uma vez cimentados, os laminados cerâmicos se tornam parte da estrutura do dente e compartilha parte da carga aplicada durante o ciclo mastigatório. A adaptação interna do laminado é uma medida direta da

espessura de película do cimento sob a restauração e é significativamente influenciada pela precisão do processo de fabricação utilizado.

Wilson (1994) (108) mostrou uma correlação significativa entre aumentar o espaço da película de cimentação e diminuição do tempo de assentamento, e que espaços menores que 40µm dificulta o assentamento da coroa resultando em maior desadaptação marginal.

De acordo com a ISO 4049:2000 (109) a espessura de película dos cimentos resinosos não deve ter mais de 10µm acima do que o fabricante determina ou não ultrapassar o valor de 50µm. Entretanto, é razoável pensar que todos os procedimentos que envolvem passos laboratoriais de produção podem resultar em um possível acúmulo de erros (103), onde a adaptação interna das restaurações cerâmicas é significativamente influenciada pela precisão no processo de fabricação. Além disso, variações na pressão durante o procedimento de cimentação e no tamanho do alívio interno aplicado, podem gerar camadas de cimento diferentes (101).

Liu et al., (2011) indicaram que a espessura de película ideal para cimentação é em torno de 90µm (108, 110). Nesta espessura, o estresse máximo passado para as coroas cerâmicas atingem o menor valor, em comparação com outras espessuras, reduzindo o nível de estresse em toda coroa. Entretanto, quando são levados em consideração as condições de carga e o tipo do cimento, a espessura passa a ter uma importância inferior no estresse causado às coroas.

Em estudos feitos com restaurações cerâmicas (coroas totais e inlay/onlays), a adaptação interna varia de acordo com a técnica de cerâmica utilizada (prensagem em altas temperaturas ou usinadas), com valores variando entre 77 e 190µm (99, 103-105, 111).

Aboushelib et al., (2012) (106) compararam a adaptação interna dos laminados cerâmicos confeccionados nas técnicas de prensagem e usinagem (CAD/CAM), e mostraram que em média, os laminados usinados obtiveram uma espessura de cimento três vezes maior, 340µm contra 107µm dos laminados feitos pela técnica de prensagem.

2.7 PASTAS TRY-IN

Ainda que a influência da cor do cimento resinoso permaneça controversa na literatura, pasta hidrossolúveis, as chamadas pastas *try-in*, foram desenvolvidas e comercializadas nos sistemas de cimentação para serem utilizadas como guia durante a seleção de cor do cimento resinoso (17). Estas pastas possuem a cor do respectivo cimento resinoso após polimerizado, auxiliando os clínicos a prever a cor final da restauração e ter maior garantia de que as expectativas estéticas serão alcançadas (17).

Idealmente, as pastas *try-in* deveriam ser fabricadas com a mesma ou similar composição que o cimento resinoso, com exceção da ausência do sistema de polimerização, e assim, seria possível uma perfeita compatibilidade de cor da pasta *try-in* e o seu respectivo cimento (17). Porém, para facilitar a sua aplicabilidade na clínica, as pastas *try-in* devem ser hidrossolúveis, substituindo assim os monômeros metacrilatos hidrófobos da parte orgânica da resina por uma glicerina hidrossolúvel, sem cor e transparente. Assim, as pastas *try-in* são uma mistura de glicerina com as partículas de carga do cimento e pigmentos com o objetivo de corresponder às propriedades ópticas do seu respectivo cimento polimerizado (17).

O ponto principal é a compatibilidade entre os cimentos resinosos e as pastas *try-in*, essencial para a previsão do resultado final de cor e opacidade do cimento, sendo utilizadas como indicadores de cor para a seleção do cimento resinoso (15), especialmente em laminados cerâmicos extremamente finos e translúcidos.

Além disso, a cor das pastas *try-in* deveria ser compatível não somente com o cimento resinoso imediatamente polimerizado, mas também ser compatível após 24 horas da fotoativação (17), pois mudanças de cor podem ocorrer neste período de tempo.

Balderamos et al., (1997) e Mourouzis et al., (2018) observaram diferenças de cor significativas entre os cimentos resinosos e suas respectivas pastas *try-in* (112, 113). Assim como Kampouropoulos et al., (2014) (17), onde

igualmente detectaram diferenças de cor entre os cimentos fotoativados e duais e suas respectivas pastas *try-in*, imediatamente e 24 horas após a polimerização.

Em contrapartida, Vaz et al., (2019) (98) ao analisarem a influência dos cimentos resinosos e das pastas *try-in* em laminados de 0,35 e 0,7mm, verificaram compatibilidade de cor entre os cimentos e suas respectivas pastas *try-in* na maioria das cores de cimento analisadas. Xu et al. (2014) (15), igualmente detectaram compatibilidade em algumas cores, com exceção das cores mais opacas e escuras. Xing et al., (2010) (114) não verificaram diferenças de cor perceptíveis entre pastas *try-in* e os cimentos resinosos.

Desta forma, diante de várias divergências entre estudos e suas metodologias sobre diferentes fatores que influenciam a cor final em laminados cerâmicos ultraconservadores, variando tipos e espessuras da cerâmica e do cimento resinoso, com suas respectivas pastas *try-in*, assim como a aplicação de limites de perceptibilidade e aceitabilidade diferentes para comparar os resultados, justifica-se o presente estudo para compreender melhor este tema.

3 PROPOSIÇÃO

O **objetivo geral** do presente estudo será avaliar o efeito cromático final do conjunto formado pelo tipo de bloco cerâmico escolhido e pelo cimento resinoso.

Os **objetivos específicos** serão:

- 1- Avaliar a influência da escolha do bloco cerâmico na variação de cor e translucidez;
- 2- Avaliar a influência da cor do cimento resinoso na variação de cor e translucidez;
- 3- Avaliar a compatibilidade de cor entre a pasta *try-in* e o seu cimento resinoso correspondente;
- 4- Avaliar se há diferença de cor entre o cimento resinoso não polimerizado e o mesmo após polimerização;
- 5- Avaliar se há diferença de cor entre o cimento resinoso polimerizado imediato e após 24 horas.

As **hipóteses nulas** serão:

- 1- A cor final não será afetada pelo tipo de bloco cerâmico;
- 2- A cor final não será afetada pela cor do cimento resinoso;
- 3- Não haverá diferença de cor entre a pasta *try-in* e o cimento resinoso polimerizado correspondente;
- 4- Não haverá diferença de cor entre o cimento resinoso não polimerizado e o polimerizado;
- 5- Não haverá diferença de cor entre o cimento resinoso polimerizado imediato e após 24 horas;
- 6- A translucidez não será afeta pelo tipo de bloco cerâmico;
- 7- A translucidez não será afetada pela cor do cimento resinoso.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Para a realização dos experimentos propostos foram utilizados blocos cerâmicos IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent) dos tipos HT (alta translucidez), MT (média translucidez) e LT (baixa translucidez), todos na cor B1; pastas *try-in* e cimentos resinosos Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent) nas cores Light+, Neutral e Warm+; e resina composta Opallis B1D e B1E (FGM Produtos Odontológicos, Brasil) para a confecção dos substratos.

Para o protocolo adesivo, foi utilizado o sistema adesivo simplificado (Ambar Universal APS, FGM Produtos Odontológicos, Brasil) com condicionamento ácido total (Condac 37, FGM Produtos Odontológicos, Brasil).

Para a fotoativação foi utilizado o fotopolimerizador LED Valo Cordless (Ultradent – South Jordan, Estados Unidos) que apresenta banda de emissão entre 395-480nm, utilizado em modo de irradiância constante de 1000mW/cm².

Quadro 4.1 - Descrição dos materiais avaliados

Material	Composição	Pasta Try -in	Fabricante
Variolink Esthetic LC	Matriz: uretano dimetracrilato Carga: trifluoreto de itérbio Tamanho das partículas: 0,04 a 0,2µm (média: 0,1 µm)	Gel de glicerina e pigmentos	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
IPS e.max CAD	Dissilicato de lítio		Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

Fonte: informações segundo o fabricante Ivoclar Vivadent

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Confeção dos Laminados Cerâmicos

Os blocos IPS e.max CAD (dissilicato de lítio) foram usinados em um torno convencional, adquirindo um formato cilíndrico de 12mm de diâmetro (figura 4.2B), e em seguida, foram seccionados com disco diamantado de 0.3mm de espessura (figura 4.2C), montado em uma cortadeira elétrica de alta precisão (Isomet 1000, Buehler) (figura 4.1). Após o corte, os discos de cerâmica apresentaram uma espessura de 0.7mm. Em seguida, passaram pelo processo de sinterização adicional em forno cerâmico (Programat P510, Ivoclar Vivadent), durante 25 minutos a 850°C (figuras 4.3A, 4.3B e 4.3C).

Quadro 4.2 - Ciclo de sinterização

IPS e.max CAD Crystal/Glase HT/MT/LT	
Temperatura de serviço (°C)	403
Tempo de fechamento (mm:ss)	6:00
Acréscimo de temperatura (°C)	90 / 30
Temperatura de manutenção (°C)	820 / 840
Tempo de manutenção (mm:ss)	0:10 / 7:00
Conexão de vácuo (°C)	550 / 820
Desconexão de vácuo (°C)	820 / 840
Esfriamento lento (°C)	700
Gradiente de esfriamento (°C)	0

Fonte: informações segundo o fabricante Ivoclar Vivadent

Para a redução da espessura dos discos e posterior polimento, os espécimes foram posicionados em uma politriz semi-automática (Buehler Ecomet 3) (figura 4.4) e foram submetidos a uma sequência de lixas de carbetto de silício com granulometrias de #400, #600 e #1200, a fim de apresentarem uma espessura final de $0.50\text{mm} \pm 0.01$ medida em 3 pontos distintos (figura 4.5B). E em seguida, a sequência foi continuada com as granulometrias de #2000, #2400 e #4000 para o polimento até a obtenção de uma superfície brilhante e sem riscos (figura 4.5A).

Por último, todos os laminados foram colocados em uma cuba ultrassônica com água destilada durante 10 minutos com objetivo de remover qualquer impureza da superfície.

Figura 4.1 - Isomet 1000, Buehler

Fonte: foto elaborada pela autora

Figura 4.2 - Bloco cerâmico, antes e depois da usinagem no torno (A). Confirmação do diâmetro (B). Corte do cilindro em discos (C)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

Figura 4.3 - Forno Programat P510 (A). Discos cerâmicos antes da sinterização (B). Discos cerâmicos após sinterização (C)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

Figura 4.4 - Politriz, Buehler Ecomet 3

Fonte: foto elaborada pela autora

Figura 4.5 - Discos cerâmicos após polimento (A). Confirmação da espessura (B). Discos cerâmicos de diferentes níveis de translucidez (HT, MT e LT) (C).

Fonte: fotos elaboradas pela autora

4.2.2 Confeção do Substrato

Os substratos foram produzidos em duas camadas de resina composta na cor B1 (Opallis – FGM Produtos Odontológicos, Brasil), nas opacidades de

esmalte e dentina, com o auxílio de uma matriz cilíndrica de teflon bipartida de 12mm de diâmetro, e com espaçadores de 1mm e 2mm de espessura (figuras 4.6A e 4.6B). Cada camada (dentina e esmalte) foi realizada em incremento único, com intuito de reduzir ao máximo a incorporação de bolhas (figuras 4.7A e 4.7B), e fotopolimerizada em cinco pontos (centro, borda superior, borda inferior, borda esquerda e borda direita) durante 40 segundos cada ciclo (figura 4.8), para garantir uma fotopolimerização homogênea em todo corpo do substrato. Uma lâmina de vidro auxiliou na regularização da camada final de esmalte. No final, cada substrato adquiriu 2mm de altura em resina composta de opacidade de dentina, e 1mm de resina composta de opacidade de esmalte. Para regularização dos excessos, foram submetidos a uma sequência de lixas de carbeto de silício com granulometrias de #1200, #2000, #2400 e #4000, a fim de apresentarem uma espessura final de $3.00\text{mm} \pm 0.05$ (figuras 4.9A e 4.9B), e uma superfície brilhante e livre de riscos (figura 4.10).

Após a confecção, os substratos foram colocados em uma cuba ultrassônica com água destilada durante 10 minutos com objetivo de remover qualquer impureza da superfície.

Figura 4.6 - Matriz desmontada (A). Matriz montada com os 2 espaçadores encaixados (B)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

Figura 4.7 - Matriz com espaçador de 2mm durante a confecção da camada de dentina (A). Matriz com espaçadores de 1 e 2mm durante a confecção da camada de esmalte (B). Finalização com lamina de vidro (C). Após polimerização final (D)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

Figura 4.8 - Padrão de fotopolimerização

Fonte: fotos elaboradas pela autora

Figura 4.9 - Camadas de esmalte e dentina no substrato (A). Verificação da espessura de cada camada (B)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

Figura 4.10 - Substratos após acabamento e polimento

Fonte: foto elaborada pela autora

4.2.3 Espessura do Cimento

Um espaçador promovido por 3 camadas de tiras adesivas de 33 μ m nas laterais do substrato (figura 4.12A) geraram um espaço de aproximadamente 100 μ m (113) para a espessura de película do cimento, que está dentro da faixa usualmente observada clinicamente para restaurações cerâmicas (25).

As pastas *try-in* e os cimentos resinosos foram aplicados entre o laminado cerâmico e o substrato, e pressionados através de um paralelômetro (figura 13B) com um peso de 1kg (113, 115) aplicado na superfície do laminado durante 10 segundos (15) para padronizar a espessura do cimento (116).

Figura 4.11 - Aferição de espessuras: Laminado e substrato juntos (A). Espaçador (B). Laminado e substrato com espaçador interposto (C)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

Figura 4.12 - Substrato com espaçador (A). Paralelômetro associados a um peso de 1kg (B)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

4.2.4 Cimentação

O método de cimentação utilizado seguiu as recomendações do fabricante. Os laminados cerâmicos receberam condicionamento com ácido fluorídrico 5% (Condac Porcelana 5%, FGM Produtos Odontológicos, Brasil) durante 20 segundos. Em seguida, o ácido foi lavado com água por 40 segundos e os laminados foram secados com jatos de ar até a obtenção de uma superfície seca e esbranquiçada. Após o condicionamento, o agente silano (Prosil, FGM Produtos Odontológicos, Brasil) foi aplicado com o auxílio de um pincel aplicador, aguardando um minuto, seguido da secagem do laminado com jato de ar. Logo após, uma camada de adesivo (Ambar Universal APS, FGM Produtos Odontológicos, Brasil) foi aplicada sobre a superfície condicionada e jato de ar foi utilizado com intuito de reduzir ao máximo a espessura de película do adesivo e para evaporação do solvente.

No substrato de resina composta foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico 37% (Condac 37, FGM Produtos Odontológicos, Brasil) durante 30 segundos, seguido de lavagem com água durante 30 segundos e secagem com jatos de ar. Na sequência, foram aplicadas duas camadas do adesivo universal durante 10 segundos cada, seguidas de leve jato de ar para evaporação do solvente.

Por último, o cimento resinoso foi aplicado na superfície condicionada do laminado, e este conjunto, por sua vez, foi assentado sobre a superfície tratada do substrato. Após remoção dos excessos e leitura do espectrofotômetro com o cimento não polimerizado, o conjunto foi fotopolimerizado por 40 segundos.

Figura 4.13 - Inserção do cimento resinoso sobre substrato (A). Posicionamento do laminado sobre o cimento resinoso (B). Fotopolimerização (C). Conjunto após fotopolimerização (D)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

4.2.5 Propriedades Ópticas

Todas as amostras foram analisadas no espectrofotômetro CM-3700 (Konica Minolta, Japão) (figura 4.14), que opera na faixa de comprimentos de onda (λ) da luz visível (360 a 740 nm). Leituras de refletância sobre fundo branco e fundo preto geraram os dados para que as análises propostas sejam feitas.

Figura 4.14 - Espectrofotômetro CM-3700 (Konica Minolta, Japão)

Fonte: foto elaborada pela autora

Figura 4.15: Espécimes posicionados sobre fundos branco (A) e preto (B)

Fonte: fotos elaboradas pela autora

A diferença de cor foi calculada utilizando os dados obtidos com o fundo preto e a fórmula CIEDE2000 (ΔE_{00}) (76):

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Onde $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ são as diferenças entre luminosidade, croma e matiz para um par de amostras, R_T é uma função que conta a interação entre diferenças de croma e matiz na região do azul. S_L , S_C , S_H são funções de ponderação que ajustam a diferença total de cor para variação na localização da diferença de cor nas coordenadas L, a, b; e os coeficientes paramétricos K_L , K_C , K_H , que são termos de correção para condições experimentais. Neste estudo, os coeficientes paramétricos foram definidos como 1 (76).

As translucidezes do cimento resinoso e do laminado cerâmico foram determinadas calculando o parâmetro de translucidez (TP), de acordo com os resultados obtidos nos fundos preto e branco e com a equação (117):

$$TP_{00} = \left[\left(\frac{L'_B - L'_W}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{C'_B - C'_W}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{H'_B - H'_W}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{C'_B - C'_W}{K_C S_C} \right) \left(\frac{H'_B - H'_W}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Onde o *W* e *B* subscritos se referem às coordenadas de cor medidas em fundos branco e preto, respectivamente.

As leituras foram realizadas em 7 momentos:

Antes do tratamento das superfícies

- Somente os laminados
- Prova seca: laminado sobre substrato sem nenhum material interposto;
- Prova úmida: laminado sobre substrato com gel de glicerina; e
- Laminado sobre substrato com pasta *try-in*.

Após tratamento das superfícies:

- Laminado sobre substrato com o cimento não polimerizado;
- Laminado sobre substrato com o cimento polimerizado; e
- Laminado sobre substrato com o cimento polimerizado após 24h

Todas as leituras foram realizadas utilizando glicerina líquida como agente acoplante entre o espécime e os fundos (branco e preto). A glicerina apresenta um índice de refração similar ao da cerâmica e resina composta, minimizando a refração quando o feixe de luz atravessa o espécime com diferentes índices de refração (25, 80).

4.2.6 Tamanho da Amostra

O estudo foi realizado com 90 amostras divididas em 3 grupos de diferentes cerâmicas (n=30 por grupo). Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos de cores do cimento resinoso diferentes (n=10).

4.2.7 Desenho Experimental

Quadro 4.3 - Divisão dos grupos

Grupos	Bloco cerâmico	Pasta Try-in	Cimento Resinoso
HTL	IPS E.max CAD HT B1	Light +	Light +
HTN	IPS E.max CAD HT B1	Neutral	Neutral
HTW	IPS E.max CAD HT B1	Warm +	Warm +
MTL	IPS E.max CAD MT B1	Light +	Light +
MTN	IPS E.max CAD MT B1	Neutral	Neutral
MTW	IPS E.max CAD MT B1	Warm +	Warm +
LTL	IPS E.max CAD LT B1	Light +	Light +
LTN	IPS E.max CAD LT B1	Neutral	Neutral
LTW	IPS E.max CAD LT B1	Warm +	Warm +

Fonte: elaborada pela autora

4.2.8 Análise Estatística

Toda análise estatística foi conduzida através do software IBM SPSS Statistics v22.0 (IBM Corp.). A normalidade (Shapiro-Wilk, $p > 0,05$) e homocedasticidade (teste de Levene, $p > 0,05$) dos dados foram testadas.

Para os dados paramétricos, as médias dos valores de diferença de cor (ΔE) e parâmetro de translucidez (PT) foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) de 1 fator (cerâmica ou cor do cimento) e de 2 fatores (cerâmica e cor do cimento) e complementados pelo teste auxiliar de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Para os dados não paramétricos, o teste de Kruskal Wallis foi aplicado. O teste t de uma amostra foi utilizado para comparar grupos com um valor de referência pré-estabelecido.

O nível global de significância de 5% ($p > 0,05$) foi adotado para determinar as diferenças entre os grupos estudados.

5 RESULTADOS

5.1 DADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos através das leituras de refletância pelo espectrofotômetro no fundo preto em diferentes momentos estão representados nas tabelas 5.1 e 5.2.

A tabela 5.1 mostra três cerâmicas diferentes analisadas isoladamente, na prova seca (laminado e substrato) e na prova úmida (laminado, gel de glicerina e substrato).

A tabela 5.2 representa as três diferentes cerâmicas combinadas aleatoriamente com 3 cores de cimento diferentes e seus substratos em momentos distintos, ou seja, somente com pasta try-in, com cimento não polimerizado, com cimento polimerizado imediato e com cimento polimerizado após 24 horas.

Tabela 5.1 - Médias e desvios padrões dos parâmetros L*, a* e b* dos laminados sozinhos, na prova seca e na prova úmida

Cerâmica	Momentos	L*	DP	a*	DP	b*	DP
HT	Laminados	39.87	±0.84	-0.71	±0.06	-3.20	±0.16
	Prova seca	74.97	±0.38	-1.94	±0.11	4.45	±0.32
	Prova úmida	70.88	±0.32	-2.22	±0.11	6.45	±0.33
MT	Laminados	43.37	±0.52	-1.01	±0.05	-3.16	±0.09
	Prova seca	76.20	±0.31	-1.81	±0.13	6.20	±0.27
	Prova úmida	71.36	±0.36	-2.25	±0.14	6.94	±0.42
LT	Laminados	51.61	±1.99	-1.64	±0.13	-4.29	±0.28
	Prova seca	77.71	±0.59	-1.66	±0.12	6.08	±0.37
	Prova úmida	73.25	±0.73	-1.99	±0.13	6.08	±0.56

Fonte: elaborada pela autora

Tabela 5.2 - Médias e desvios padrões dos parâmetros L*, a* e b* dos laminados sobre os substratos em diferentes momentos (pasta try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e cimento polimerizado após 24 horas)

Cerâmica	Cor	Momentos	L*	DP	a*	DP	b*	DP
HT	Light+	Try-in	73.84	±0.24	-2.35	±0.04	4.63	±0.23
		Não polimerizado	74.83	±0.35	-3.04	±0.11	6.04	±0.09
		Pol. imediato	73.93	±0.58	-2.18	±0.06	3.88	±0.31
		Após 24h	73.69	±0.49	-2.20	±0.04	3.82	±0.30
	Neutral	Try-in	70.33	±0.20	-2.52	±0.03	5.89	±0.16
		Não polimerizado	71.20	±0.31	-3.00	±0.04	7.11	±0.19
		Pol. imediato	70.13	±0.32	-2.37	±0.01	5.18	±0.27
		Após 24h	70.16	±0.22	-2.33	±0.01	5.27	±0.24
	Warm+	Try-in	68.91	±0.32	-1.05	±0.07	8.92	±0.19
		Não polimerizado	70.18	±0.34	-2.50	±0.03	10.33	±0.37
		Pol. imediato	68.93	±0.34	-1.99	±0.04	8.60	±0.36
		Após 24h	69.06	±0.47	-1.93	±0.02	8.53	±0.41
MT	Light+	Try-in	74.72	±0.40	-2.34	±0.03	5.81	±0.15
		Não polimerizado	75.29	±0.17	-3.01	±0.03	7.30	±0.17
		Pol. imediato	74.32	±0.36	-2.22	±0.02	5.25	±0.21
		Após 24h	74.25	±0.24	-2.24	±0.02	5.14	±0.22
	Neutral	Try-in	71.30	±0.32	-2.44	±0.07	7.04	±0.30
		Não polimerizado	71.81	±0.19	-2.93	±0.03	7.98	±0.25
		Pol. imediato	70.76	±0.26	-2.36	±0.04	5.93	±0.21
		Após 24h	70.93	±0.23	-2.23	±0.02	6.30	±0.25
	Warm+	Try-in	69.61	±0.39	-0.84	±0.04	9.54	±0.13
		Não polimerizado	70.54	±0.26	-2.34	±0.04	11.18	±0.30
		Pol. imediato	69.56	±0.30	-1.78	±0.06	9.41	±0.25
		Após 24h	69.48	±0.38	-1.76	±0.03	9.54	±0.19
LT	Light+	Try-in	75.92	±0.24	-2.11	±0.06	5.76	±0.27
		Não polimerizado	75.99	±0.36	-2.56	±0.11	6.73	±0.34
		Pol. imediato	75.59	±0.33	-2.03	±0.04	5.20	±0.31
		Após 24h	75.67	±0.33	-2.02	±0.02	5.27	±0.34
	Neutral	Try-in	73.19	±0.60	-2.09	±0.07	5.95	±0.75
		Não polimerizado	73.70	±0.51	-2.46	±0.06	6.95	±0.80
		Pol. imediato	72.70	±0.62	-2.02	±0.06	5.54	±0.75
		Após 24h	72.83	±0.61	-2.07	±0.03	5.42	±0.81
	Warm+	Try-in	72.14	±0.74	-0.67	±0.05	7.69	±0.59
		Não polimerizado	72.83	±0.59	-1.76	±0.05	9.14	±0.86
		Pol. imediato	71.8	±0.61	-1.38	±0.08	7.67	±0.71
		Após 24h	71.82	±0.65	-1.34	±0.05	7.81	±0.67

Fonte: elaborada pela autora

5.2 VARIAÇÃO DE COR (ΔE_{00})

5.2.1 Compatibilidade de Cor das Pastas Try-In

A tabela 5.3 representa os resultados obtidos para a variação de cor (ΔE_{00}) entre as pastas *try-in* e os seus respectivos cimentos polimerizados, no momento imediato à fotopolimerização e após 24 horas. Na tabela encontramos os níveis de significância da diferença entre os resultados de ΔE_{00} e os valores de referência dos limites de perceptibilidade e aceitabilidade (ΔE_{00} igual a 0.8 e 1.8 respectivamente) (77) obtidos pelo Teste t de uma amostra.

Tabela 5.3: Teste t de uma amostra para comparar as médias de variação de cor (ΔE_{00}) de pastas *try-in* e seus respectivos cimentos fotopolimerizados com os limites de perceptibilidade e aceitabilidade

Cerâmica	Cor	Try-in vs Pol. Im.				Try-in vs 24h			
		ΔE_{00}	DP	LP (0.8)	LA (1.8)	ΔE_{00}	DP	LP (0.8)	LA (1.8)
HT	Light+	0.82	± 0.15	p=0.693	p<0.001	0.85	± 0.15	p=0.373	p<0.001
	Neutral	0.56	± 0.12	p<0.001	p<0.001	0.51	± 0.12	p<0.001	p<0.001
	Warm+	1.38	± 0.11	p<0.001	p<0.001	1.35	± 0.11	p<0.001	p<0.001
MT	Light+	0.66	± 0.18	p=0.38	p<0.001	0.72	± 0.19	p=0.234	p<0.001
	Neutral	1.00	± 0.3	p=0.66	p<0.001	0.74	± 0.23	p=0.444	p<0.001
	Warm+	1.33	± 0.09	p<0.001	p<0.001	1.31	± 0.09	p<0.001	p<0.001
LT	Light+	0.63	± 0.11	p=0.001	p<0.001	0.59	± 0.10	p<0.001	p<0.001
	Neutral	1.06	± 0.22	p=0.005	p<0.001	1.08	± 0.26	p=0.008	p<0.001
	Warm+	1.38	± 0.20	p<0.001	p<0.001	1.32	± 0.20	p<0.001	p<0.001

Fonte: elaborada pela autora

O gráfico 5.1 mostra os resultados do teste Kruskal Wallis para comparação entre os grupos. No gráfico é possível notar a diferença significativa (p<0.001) do ΔE_{00} da pasta *try-in* e o seu respectivo cimento polimerizado da cor Warm+, independentemente da cerâmica, em relação às outras cores.

Gráfico 5.1 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) das pastas try-in e os respectivos cimentos polimerizado (imediato e 24h). Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

5.2.2 Prova Úmida versus Cimento Polimerizado

A Tabela 5.4 representa as médias e os desvios padrão dos valores de variação de cor (ΔE_{00}) na comparação entre a prova úmida e o cimento polimerizado em dois momentos (imediato e 24h).

Tabela 5.4 - Médias da variação de cor (ΔE_{00}) entre prova úmida e cimento polimerizado (imediato e 24h)

Cerâmica	Cor (Cimento)	Momentos da leitura			
		Imediato		24h	
HT	Light+	3.20	± 0.13	3.10	± 0.14
	Neutral	1.28	± 0.38	1.18	± 0.38
	Warm+	2.43	± 0.20	2.35	± 0.20
MT	Light+	2.62	± 0.08	2.64	± 0.09
	Neutral	1.04	± 0.42	0.76	± 0.33
	Warm+	2.57	± 0.20	2.69	± 0.20
LT	Light+	2.07	± 0.32	2.09	± 0.32
	Neutral	1.14	± 0.25	1.16	± 0.28
	Warm+	2.09	± 0.44	2.18	± 0.42

Fonte: elaborada pela autora

A seguir, o gráfico 5.2 mostra a análise dos resultados obtidos pelo teste Kruskal Wallis, onde evidencia a diferença de cor produzida pelas cores Light+ e Warm+ em comparação à cor Neutral.

Gráfico 5.2 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre prova úmida e cimento polimerizado (imediato e 24h). Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

5.2.3 Cimento não Polimerizado versus Cimento Polimerizado

Os resultados da variação de cor (ΔE_{00}) entre os cimentos não polimerizados e após a sua polimerização imediata e após 24 horas estão representados na tabela 5.5. Na tabela constam os níveis de significância entre os resultados de ΔE_{00} e o valor de referência do limite de aceitabilidade (1.8) obtidos através do Teste t de uma amostra.

Tabela 5.5 - Médias e desvio padrão dos valores de variação de cor (ΔE_{00}) entre o cimento não polimerizado e polimerizado (imediate e 24h)

Cerâmica	Cor	Não Pol. vs Pol. Im.			Não Pol. vs 24h		
		ΔE_{00}	DP	LA (1.8)	ΔE_{00}	DP	LA (1.8)
HT	Light+	2.14	± 0.09	$p < 0.001$	2.23	± 0.10	$p < 0.001$
	Neutral	1.81	± 0.22	$p = 0.854$	1.75	± 0.21	$p = 0.468$
	Warm+	1.69	± 0.17	$p = 0.069$	1.71	± 0.16	$p = 0.110$
MT	Light+	1.94	± 0.13	$p = 0.09$	2.01	± 0.14	$p = 0.001$
	Neutral	1.84	± 0.21	$p = 0.553$	1.62	± 0.19	$p = 0.016$
	Warm+	1.57	± 0.17	$p = 0.002$	1.55	± 0.17	$p = 0.001$
LT	Light+	1.41	± 0.25	$p = 0.001$	1.37	± 0.25	$p < 0.001$
	Neutral	1.73	± 0.31	$p = 0.477$	1.72	± 0.34	$p = 0.499$
	Warm+	1.66	± 0.30	$p = 0.174$	1.61	± 0.28	$p = 0.056$

Fonte: elaborada pela autora

Os resultados da análise entre grupos pelo teste Kruskal Wallis estão representados no gráfico 5.3. De acordo com a tabela, considerando o nível de significância $p < 0.05$, apenas os grupos MTW (imediate e 24h), MTN (24h) e LTL (imediate e 24h) tem valores abaixo e estatisticamente diferente de 1.8, mostrando que o restante tem diferença de cor significativa entre os cimentos não polimerizado e após a polimerização.

Gráfico 5.3 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre os cimentos não polymerizados e polymerizados (imediato e 24h). Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

5.2.4 Cimento Polymerizado Imediato versus Após 24 horas

Os resultados da variação de cor (ΔE_{00}) entre os cimentos polymerizados imediatos e a sua polymerização após 24 horas estão representados na tabela 5.6. Na tabela constam os níveis de significância entre os resultados de ΔE_{00} e o valor de referência do limite de perceptibilidade (0.8) obtidos através do Teste t de uma amostra.

Tabela 5.6 - Médias de ΔE_{00} - Variação de cor entre cimento polimerizado imediato e 24h

Cerâmica	Cor	Pol. Im. vs 24h		
		ΔE_{00}	DP	LP (0.8)
HT	Light+	0.61	± 0.16	$p < 0.001$
	Neutral	0.37	± 0.12	$p < 0.001$
	Warm+	0.53	± 0.10	$p < 0.001$
MT	Light+	0.37	± 0.14	$p < 0.001$
	Neutral	0.50	± 0.15	$p < 0.001$
	Warm+	0.41	± 0.11	$p < 0.001$
LT	Light+	0.44	± 0.16	$p < 0.001$
	Neutral	0.96	± 0.23	$p < 0.001$
	Warm+	0.88	± 0.20	$P < 0.001$

Fonte: elaborada pela autora

O gráfico 5.4 representa a comparação entre os grupos pelo teste Kruskal Wallis. Com exceção dos grupos LTN e LTW, todos os grupos se mantiveram abaixo de 0.8.

Gráfico 5.4 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre os cimentos polimerizados e após 24h. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

5.2.5 Variação de Cor entre Diferentes Cores de Cimentos

A tabela 5.7 representa os valores de variação de cor (ΔE_{00}) obtidos na comparação entre diferentes cores de cimento, no momento imediato à polimerização e após 24 horas.

Tabela 5.7 - Médias da variação de cor (ΔE_{00}) entre diferentes cores de cimento polimerizado (imediato e 24h)

Cerâmica	Cor (Cimento)	Momentos da leitura			
		Imediato		24h	
HT	Light+ vs Neutral	3.05	± 0.49	2.90	± 0.44
	Light+ vs Warm+	5.37	± 0.48	5.20	± 0.43
	Neutral vs Warm+	2.95	± 0.15	2.82	± 0.15
MT	Light+ vs Neutral	2.74	± 0.29	2.68	± 0.20
	Light+ vs Warm+	4.89	± 0.28	5.04	± 0.20
	Neutral vs Warm+	3.01	± 0.15	2.84	± 0.16
LT	Light+ vs Neutral	2.24	± 0.23	2.21	± 0.22
	Light+ vs Warm+	3.61	± 0.25	3.67	± 0.32
	Neutral vs Warm+	2.18	± 0.61	2.44	± 0.66

Fonte: elaborada pela autora

O gráfico 5.5 mostra o teste Kruskal Wallis para os resultados. Através do gráfico, é possível notar que todas as comparações causam diferenças de cor significativas, sendo mais evidentes na comparação da cor Light+ contra Warm+.

Gráfico 5.5 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre diferentes cores de cimento polimerizado (imediato e 24h). Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

5.2.6 Comparação de Cor entre Diferentes Cerâmicas

A tabela 5.8 representa os valores de variação de cor (ΔE_{00}) obtidos na comparação entre diferentes cerâmicas.

Tabela 5.8 - Médias de ΔE_{00} - Comparação entre diferentes cerâmicas

Cor (cimento)	Cerâmica	ΔE_{00}
Light+	HT vs MT	1.30 ± 0.16
	HT vs LT	1.76 ± 0.22
	MT vs LT	1.03 ± 0.26
Neutral	HT vs MT	0.78 ± 0.28
	HT vs LT	2.13 ± 0.25
	MT vs LT	1.68 ± 0.19
Warm+	HT vs MT	0.93 ± 0.24
	HT vs LT	2.50 ± 0.25
	MT vs LT	2.21 ± 0.22

O gráfico 5.6 representa os dados analisados pelo teste ANOVA 2 fatores complementado pelo teste Tukey, mostrando alta significância ($p < 0.001$) dos fatores isolados (cerâmica e cor do cimento), assim como da interação dos mesmos. Em todos os grupos de cor de cimento, a comparação direta entre as cerâmicas HT e LT resultaram em um maior ΔE_{00} .

Gráfico 5.6 - Médias e desvio padrão de variação de cor (ΔE_{00}) entre diferentes cerâmicas. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

5.3 PARÂMETROS L^* a^* b^*

A tabela 5.9 mostra as médias e desvio padrão das variações dos parâmetros de L^* , a^* e b^* na comparação entre a prova úmida e o cimento polimerizado (imediate e 24 horas).

Tabela 5.9 - Médias das variações de L* a* b* - Prova úmida vs Cimento polimerizado (imediato e 24h)

Cerâmica	Cor (Cimento)	Diferenças dentro dos parâmetros de cor											
		ΔL^*		Δa^*		Δb^*		ΔL^*		Δa^*		Δb^*	
		(imediato)		(imediato)		(imediato)		(24h)		(24h)		(24h)	
HT	Light+	-3.23	±0.66	-0.04	±0.09	2.50	±0.30	-3.00	±0.57	-0.03	±0.09	2.56	±0.28
	Neutral	0.70	±0.24	0.15	±0.14	1.35	±0.31	0.65	±0.29	0.11	±0.14	1.25	±0.38
	Warm+	2.13	±0.34	-0.21	±0.11	-2.19	±0.42	2.00	±0.31	-0.27	±0.10	-2.12	±0.57
MT	Light+	-2.86	±0.40	0.01	±0.15	1.81	±0.40	-2.80	±0.31	0.03	±0.16	1.92	±0.48
	Neutral	0.61	±0.43	0.09	±0.10	1.03	±0.36	0.44	±0.39	-0.04	±0.11	0.66	±0.33
	Warm+	1.61	±0.28	-0.51	±0.15	-2.70	±0.43	1.70	±0.32	-0.52	±0.17	-2.83	±0.39
LT	Light+	-2.50	±0.44	0.02	±0.14	1.06	±0.29	-2.58	±0.45	0.01	±0.14	0.99	±0.26
	Neutral	0.58	±0.28	0.02	±0.11	0.43	±0.43	0.45	±0.34	0.08	±0.13	0.55	±0.52
	Warm+	1.57	±0.68	-0.58	±0.20	-1.67	±0.50	1.54	±0.53	-0.62	±0.16	-1.81	±0.44

Fonte: elaborada pela autora

5.3.1 Parâmetro L* - Luminosidade

Os valores dos resultados utilizados nos próximos gráficos comparando os parâmetros L*, a* e b* estão descritos na tabela 5.2.

Os gráficos 5.7, 5.8 e 5.9 representam o parâmetro L* em cinco momentos diferentes, de acordo com a cor do cimento utilizado. Os dados foram analisados pelo teste ANOVA 1 fator (material interposto entre laminado e substrato) e complementado pelo teste Tukey.

Gráfico 5.7 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* na cerâmica HT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.8 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* na cerâmica MT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.9 - Médias e desvio padrão dos valores de L^* na cerâmica LT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Os gráficos 5.10, 5.11 e 5.12 representam o parâmetro L^* em cinco momentos diferentes, de acordo com a cerâmica utilizada.

Gráfico 5.10 - Médias e desvio padrão dos valores de L* no cimento Neutral em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.11 - Médias e desvio padrão dos valores de L* no cimento Neutral em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.12 - Médias e desvio padrão dos valores de L* no cimento Warm+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Ao fazer a análise de todos os gráficos, é possível notar o aumento do parâmetro L* na cerâmica LT, quando este fator é isolado, assim como há aumento de L* no cimento Light+, quando este fator também é isolado.

5.3.2 Parâmetro a* - Eixo Vermelho-Verde

Os gráficos 5.13, 5.14 e 5.15 representam o parâmetro a* em cinco momentos diferentes, de acordo com a cor do cimento utilizado. Os dados foram analisados pelo teste Kruskal Wallis ($p < 0.001$).

Gráfico 5.13 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* na cerâmica HT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.14 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* na cerâmica MT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.15 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* na cerâmica LT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Os gráficos 5.16, 5.17 e 5.18 representam o parâmetro a^* em cinco momentos diferentes, de acordo com a cerâmica utilizada. Os dados foram analisados pelo teste Kruskal Wallis ($p < 0.001$).

Gráfico 5.16 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* no cimento Light+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.17 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* no cimento Neutral em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.18 - Médias e desvio padrão dos valores de a^* no cimento Warm+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

5.3.3 Parâmetro b^* - Eixo Amarelo-Azul

Os gráficos 5.19, 5.20 e 5.21 representam o parâmetro b^* em cinco momentos diferentes, de acordo com a cor do cimento utilizado. Os dados foram analisados pelo ANOVA 1 fator e complementado pelo teste Tukey.

Gráfico 5.19 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* na cerâmica HT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.20 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* na cerâmica MT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.21 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* na cerâmica LT em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Os gráficos 22, 23 e 24 representam o parâmetro b^* em cinco momentos diferentes, de acordo com a cerâmica utilizada. Os dados foram analisados pelo ANOVA 1 fator e complementado pelo teste Tukey.

Gráfico 5.22 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* no cimento Light+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.23 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* no cimento Neutral em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5.24 - Médias e desvio padrão dos valores de b^* no cimento Warm+ em cinco momentos diferentes (prova úmida, try-in, cimento não polimerizado, cimento polimerizado imediato e após 24 horas)

Fonte: elaborado pela autora

5.4 PARÂMETRO DE TRANSLUCIDEZ (PT)

A tabela 5.10 representa as médias dos resultados de PT dos laminados, na prova seca e na prova úmida.

Tabela 5.10 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (laminados, prova seca e prova úmida)

Cerâmica	PT					
	Laminados		Prova seca		Prova úmida	
HT	38.98	±0.91	2.62	±0.39	3.76	±0.38
MT	35.63	±0.55	2.15	±0.33	3.85	±0.46
LT	28.75	±1.71	2.04	±0.22	3.41	±0.37

Fonte: elaborada pela autora

O gráfico 5.25 mostra a análise dos resultados do PT dos laminados pelo teste ANOVA 1 fator (cerâmica) e complemento pelo teste Tukey, evidenciando a maior translucidez dos laminados HT e maior opacidade dos laminados LT ($p < 0.001$).

Gráfico 5.25 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (PT) dos laminados. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

O gráfico 5.26 mostra a análise dos resultados do PT da prova seca e da prova úmida pelo teste ANOVA 1 fator (cerâmica) e complemento pelo teste Tukey, evidenciando a maior translucidez do grupo HT durante a prova seca, porém estatisticamente semelhante ao grupo MT durante a prova úmida ($p=0.637$). No grupo LT, a maior opacidade é novamente constatada, porém, durante a prova seca, se mostrou estatisticamente semelhante ao grupo MT ($p=0.355$).

Gráfico 5.26 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (PT) na prova seca e na prova úmida. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

5.4.1 Parâmetro de Translucidez com o Cimento Resinoso

A tabela 5.11 representa as médias dos resultados para os parâmetros de translucidez (PT) após a cimentação. Nela também contém as médias de PT da prova úmida para comparação.

Tabela 5.11- Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez do cimento polimerizado

Cerâmica	Cor (Cimento)	Momentos da leitura					
		Prova úmida		Imediato		24h	
HT	Light+	3.76	±0.38	2.92	±0.25	3.08	±0.14
	Neutral	3.76	±0.38	3.69	±0.27	3.64	±0.10
	Warm+	3.76	±0.38	3.51	±0.25	3.56	±0.23
MT	Light+	3.85	±0.46	2.81	±0.13	2.92	±0.15
	Neutral	3.85	±0.46	3.54	±0.25	3.30	±0.13
	Warm+	3.85	±0.46	3.17	±0.20	3.25	±0.09
LT	Light+	3.41	±0.37	2.74	±0.17	2.65	±0.10
	Neutral	3.41	±0.37	3.08	±0.24	3.06	±0.16
	Warm+	3.41	±0.37	2.84	±0.26	2.80	±0.15

Fonte: elaborada pela autora

O gráfico 5.27 mostra a comparação dos valores de PT entre os cimentos polimerizados e prova úmida após o teste ANOVA 2 fatores (cerâmica e cimento) e complementado pelo teste Tukey.

Gráfico 5.27 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (PT) de acordo com o cimento utilizado. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

É possível notar que no grupo da cerâmica LT, a cor do cimento influenciou menos no PT, reduzindo a diferença existente entre a cor Light+ e as outras cores, se tornando estatisticamente semelhantes, o que não ocorre nos grupos HT e MT.

O gráfico 5.28 mostra a comparação dos valores de PT entre os cimentos polimerizados imediato e polimerizados após 24 horas realizada através do teste ANOVA 2 fatores (cerâmica e cimento) e complementado pelo teste Tukey.

Em todas as situações, não houve diferença estatística de PT entre o cimento polimerizado imediato e após 24h.

Gráfico 5.28 - Médias e desvio padrão do parâmetro de translucidez (PT) entre os cimentos polimerizados imediatos e após 24h. Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.001$)

Fonte: elaborado pela autora

6 DISCUSSÃO

Primeiramente, é importante salientar que há uma grande variabilidade de metodologias na literatura quando se estuda o efeito final da cor de cimentos resinosos em laminados cerâmicos. Com base na tendência de uma odontologia ultraconservadora, os laminados cerâmicos ficaram cada vez mais finos, com espessuras variando de 0.3 a 0.7mm, tornando interessante uma maior quantidade de estudos trabalhando com essas espessuras. Adicionalmente, o tipo de cerâmica utilizada varia consideravelmente, podendo gerar resultados distintos.

Quanto ao cimento resinoso, também não há um padrão na literatura, sendo utilizado de diversos tipos, de diferentes fabricantes e em diferentes espessuras, fatores estes que podem igualmente produzir resultados controversos.

O presente estudo avaliou o efeito cromático de 3 cores diferentes de cimentos resinosos em laminados cerâmicos ultraconservadores de 0.5mm de espessura feitos de dissilicato de lítio (IPS emax CAD) com 3 diferentes níveis de translucidez (HT, MT e LT - alta, média e baixa translucidez), cimentados sobre discos de resina composta com diferentes camadas de translucidez (esmalte e dentina), onde a espessura do cimento foi padronizada em 100 μ m. A influência e a diferença de cor (ΔE_{00}) final das cerâmicas e dos cimentos resinosos (Variolink Esthetic LC) em diferentes situações (não polimerizado, polimerizado imediato e após 24 horas) foram observadas. Quanto maior o valor de ΔE_{00} , maior é a influência da cor do cimento e do tipo de cerâmica. Este estudo adotou $\Delta E_{00} > 1.8$ como uma diferença de cor inaceitável clinicamente (77).

Uma mínima redução da estrutura dentária, estética e manutenção da saúde dos tecidos são as maiores vantagens de preparos conservadores para laminados cerâmicos.

Os cimentos resinosos são utilizados para melhorar as propriedades mecânicas, tornando dente e laminado uma única unidade; para mascarar a cor do substrato e para modificar a cor da restauração final. Nos quesitos para

mascarar a cor do substrato e modificar a cor final do conjunto, controlar a opacidade e a saturação da cor se tornam importantes fatores (18).

As propriedades de cor e transmissão de luz dos materiais dentários tem sido estudada por vários pesquisadores com diferentes metodologias (8, 12-14, 18, 85). Alguns estudos mostraram que diferentes cores de cimento resinoso podem (22, 82, 97) ou não (20, 21) influenciar na cor final da restauração. No presente estudo, pôde ser confirmada que diferentes cores de cimento podem influenciar a opacidade e a cor de diferentes laminados cerâmicos.

A hipótese nula deste estudo sobre que a cor final do conjunto não seria afetada pela cor do cimento resinoso foi parcialmente rejeitada. Ao avaliar diferença de cor (ΔE_{00}) entre a prova úmida e cimento polimerizado, foi possível notar que todos os grupos com o cimento das cores Light+ e Warm+ obtiveram os maiores valores de ΔE_{00} , com destaque para o grupo HTL ($\Delta E_{00}=3.20$), e que em todos os grupos com cimento resinoso da cor Neutral (HTN, MTN e LTN) obtiveram os menores valores de ΔE_{00} .

Apesar da diferença significativa da cor Neutral com as demais cores, todos os grupos com a cor Neutral se mantiveram acima ou são estatisticamente semelhantes ao limite de perceptibilidade ($\Delta E_{00} \geq 0.8$), porém se mantiveram bem abaixo do limite de aceitabilidade ($\Delta E_{00} < 1.8$), mostrando que a cor Neutral pode produzir uma diferença de cor perceptível em relação à prova úmida, porém ao mesmo tempo, uma diferença clinicamente aceitável. Já os grupos com as cores de cimento resinoso Light+ e Warm+ (polimerizado imediato e 24h) se mantiveram acima do limite de aceitabilidade ($\Delta E_{00} > 1.8$), produzindo uma diferença de cor inaceitável em relação à prova úmida.

Estes resultados podem ser justificados pelo fato de que a cor Neutral possui a maior translucidez e a cor Light+, a menor translucidez, influenciando o potencial de mascarar ou mimetizar a cor do substrato. Este efeito pode estar associado à composição química dos materiais, que possuem diferentes quantidades de opacificadores e pigmentos em diferentes cores de cimentos. Além disso, o croma e a matiz também podem influenciar na translucidez dos materiais à base de resina, afetando o seu comportamento final (25). Em resinas

de cores escuras (baixa luminosidade ou alto croma), podem ter mais pigmentos incorporados, o que pode influenciar na translucidez da cor (118).

Ao compararmos as diferentes cores de cimento resinoso entre si, os diferentes valores obtidos de L^* , a^* e b^* de cada cor, logicamente geraram valores de ΔE_{00} expressivos, baseando-se no fato de que diferentes cores de cimento resinoso possuem diferentes quantidades de opacificadores e pigmentos. O valor de ΔE_{00} resultante da comparação entre as cores extremas (Light+ e Warm+) foi o mais evidente, independentemente da translucidez da cerâmica utilizada, variando entre 3.61, no grupo da cerâmica LT, e 5.37 no grupo da cerâmica HT, onde a sua característica de maior translucidez, ressalta esta diferença entre os extremos. Analisando dentro de cada grupo de cerâmica, as comparações entre as combinações Light+ contra Neutral e Neutral contra Warm+, obtiveram valores de ΔE_{00} estatisticamente semelhantes, porém todos acima de 1.8, resultando em diferenças, entre as cores de cimento estudadas, inaceitáveis clinicamente, ou seja, mostrando que todas as cores de cimento resinoso deste estudo são diferentes entre si, e por consequência, produzem resultados de cor finais diferentes.

Outra hipótese nula, de que não haveria diferença de cor entre o cimento resinoso não polimerizado e polimerizado (imediato e 24h) foi parcialmente rejeitada. Todos os grupos resultaram em diferença de perceptível ($\Delta E_{00} > 0.8$), porém, os grupos MTN (24h), MTW (imediato e 24h) e LTL (imediato e 24h) se mantiveram estatisticamente diferente e abaixo do valor de 1.8, tornando a diferença clinicamente aceitável.

Entretanto, no grupo da cerâmica mais translúcida (HT), todas as situações foram maiores ou estatisticamente semelhantes ao limite de aceitabilidade ($\Delta E_{00} \geq 1.8$), mostrando diferença significativa entre a cor do cimento resinoso não polimerizado e após a sua polimerização. Com isso, de alguma forma, a interação da cor do cimento com as cerâmicas menos translúcidas, mascara esta diferença, diminuindo o valor de ΔE_{00} .

Analisando os parâmetros L^* , a^* e b^* separadamente (tabela 5.2), após a polimerização, todas as amostras apresentaram um menor valor de L^* (se tornaram mais escuras), um pequeno aumento no parâmetro a^* (caminhando na

direção do verde para o vermelho), e uma redução mais expressiva no parâmetro b^* (indo em direção do amarelo para o azul). O mesmo fenômeno foi relatado por outros estudos (119, 120). Seghi et al., 1990 (121) explicaram que a razão para a mudança de cor é causada pela redução do valor de b^* , onde há uma diminuição na absorção da luz azul pelo fotoiniciadores, como a canforoquinona, após da polimerização, resultando em mais luz azul sendo refletida.

A hipótese nula de que não haveria diferença entre a cor do cimento polimerizado imediato e após 24 horas da polimerização foi aceita. Quase todos os grupos obtiveram valor de ΔE_{00} menor que 0.8, onde a diferença se torna imperceptível. Somente os grupos LTN e LTW tiveram valores maiores que 0.8 (0.96 e 0.88 respectivamente), porém, bem abaixo de 1.8, tornando a diferença clinicamente aceitável. Balderamos et al., 1997 (112) e Rigoni et al., 2012 (122) confirmaram esta diferença de cor visualmente imperceptível após 24 horas de estocagem em água destilada a 37°C.

Sobre a compatibilidade de cor das pastas *try-in*, a hipótese nula de que não haveria diferença de cor entre as pastas *try-in* e seus respectivos cimentos resinosos polimerizados foi aceita. Neste estudo, em todos os grupos e em todos os momentos (polimerização imediata e após 24h), os valores de ΔE_{00} estiveram abaixo 1.8, resultando em uma diferença perceptível, em alguns casos, porém clinicamente aceitável. Somente os grupos HTN (imediato e 24h), LTL (imediato e 24h) se mantiveram estatisticamente abaixo de 0.8, resultando em uma diferença de cor imperceptível.

Quando analisamos a variação de cor (ΔE_{00}) da pasta *try-in* entre as diferentes cores de cimento resinoso, é possível notar que o cimento resinoso da cor Warm+ obteve os maiores valores de ΔE_{00} , independentemente da cerâmica utilizada, variando entre 1.31 e 1.38, já a cor Light+ obteve uma variação entre 0.59 e 0.85, e a cor Neutral entre 0.51 e 1.08. Com isso, podemos concluir que a cor Warm+ tem uma diferença de cor maior entre a pasta *try-in* e o seu cimento resinoso correspondente na fase polimerizada, se tornado menos fiel em comparação às outras cores (Light+ e Neutral), porém ainda clinicamente aceitável.

A função das pastas *try-in* é fornecer propriedades ópticas similares ao cimento resinoso polimerizado correspondente. Assim, o sistema Variolink Esthetic LC demonstrou boa compatibilidade de cor, uma vez que todos os valores de ΔE_{00} se mantiveram abaixo de 1.8. A quantidade e tipo de cargas, assim como a combinação adequada de pigmentos podem ser os responsáveis pelo sucesso do resultado adquirido.

Os resultados do presente estudo sobre a compatibilidade de cor das pastas *try-in* estão de acordo com resultados de outros estudos, como o de Vaz et al., 2018 (98), e de Xing et al., 2010 (114) , e em partes de acordo com o de Xu et al., 2014 (15), que relataram que nem sempre há compatibilidade entre os dois materiais. Em contrapartida, os resultados são contrários a outros trabalhos, ondem mostram diferenças inaceitáveis entre os dois materiais. Kampouropoulos et al., 2014 (17) apresentaram incompatibilidade de cor das pastas *try-in* com seus respectivos cimentos resinosos (fotopolimerizável e dual) de diferentes marcas, onde apenas o cimento Variolink II mostrou maior compatibilidade, entretanto, os próprios autores relatam que 0.8mm de espessura de cimento utilizada não condiz com a realidade clínica, e a diferença de cor pode ter sido magnificada.

Mourouzis et al., 2018 (113), utilizaram a mesma cerâmica, o mesmo cimento resinoso e a mesma espessura de cimento do presente estudo, apenas variaram a espessura da cerâmica, e curiosamente, na espessura de 2mm houve compatibilidade de cor entre a pasta *try-in* e cimento, porém em 0.5mm (mesma espessura do presente estudo), houve incompatibilidade, onde o $\Delta E > 2.23$ (CIELab) foi adotado como limite de aceitabilidade. Algahazali et al., 2018 (115) também detectaram incompatibilidade de cor entre cimentos de outros fabricantes, porém adotaram o limite de perceptibilidade ($\Delta E > 1.0$) como valor de referência para exclusão.

A diversidade de metodologias empregadas, variando diferentes espessuras, tipos e translucidez da cerâmica, cimentos resinosos de diferentes fabricantes e diferentes espessuras de cimento, além de diferentes valores de referências (perceptibilidade e aceitabilidade) adotados de ΔE ou ΔE_{00} (CIELab e CIEDE2000 respectivamente) contribuem para estes controversos resultados entre diferentes estudos, dificultando o estabelecimento de um padrão.

Quanto aos parâmetros L^* , a^* e b^* , mais especificamente na coordenada Luminosidade (L^*), em todos os grupos cerâmicos, a presença do cimento resinoso da cor Light+ aumentou o valor de L^* , deixando a cor final mais clara do que a prova úmida; o cimento da cor Neutral manteve o valor de L^* , já o cimento da cor Warm+, diminuiu o valor de L^* , deixando a cor final do conjunto mais escura.

Ainda dentro da análise do parâmetro L^* , ao avaliar de acordo com a cerâmica utilizada, a cerâmica LT obteve o maior valor de L^* após a polimerização em todas as cores de cimento. Já as cerâmicas HT e MT obtiveram valores finais de L^* estatisticamente semelhantes em todas as cores de cimento resinoso.

No parâmetro a^* (eixo vermelho-verde), devemos ressaltar que todos os valores referentes à esta coordenada pertencem à região do verde, por serem negativos. O cimento resinoso da cor Warm+ obteve o maior valor de a^* após a polimerização, tendo uma tendência maior para a cor vermelha em comparação com as cores Light+ e Neutral. Também é possível notar que é no parâmetro a^* que a pasta *try-in* da cor Warm+ mais se diferencia do cimento resinoso da mesma cor, onde o valor de a^* da pasta *try-in* é bem superior ao valor de a^* do cimento polimerizado, sendo provavelmente, o maior responsável pela maior diferença de cor entre a pasta *try-in* e o cimento resinoso polimerizado, quando comparado com as outras cores, Light+ e Neutral.

Continuando no parâmetro a^* , também é possível concluir que a cerâmica LT, aumenta o valor de a^* e por consequência, tem uma tendência mais avermelhada, quando comparada às cerâmicas HT e MT.

Quanto ao parâmetro b^* (eixo amarelo-azul), também devemos ressaltar que todos os valores obtidos pertencem a região amarela, pois todos são positivos. Nos cimentos Light+ e Neutral, o valor de b^* diminui em relação a prova úmida, se aproximando mais da cor azul. Ainda sobre a cor Light+, foi a cor que apresentou o menor valor de b^* , concordando com a teoria de que em cores claras, um baixo valor de b^* indica baixa saturação (92). Já na cor Warm+, o valor de b^* é maior em todos os casos, independentemente da cerâmica utilizada, tendo uma tendência mais amarelada.

Como o croma depende valores de a^* e b^* (123), pode ser sugerido que o cimento da cor Warm+ proporciona o maior croma pois possui os maiores valores destes parâmetros, se tornando mais avermelhado e amarelado que as demais cores.

Com estes dados, é possível dizer que a cor do cimento resinoso e a translucidez da cerâmica tem diferentes influências nos parâmetros L^* , a^* e b^* e consequentemente, na aparência final dos laminados cerâmicos.

Quanto a influência da cerâmica, a hipótese nula de que a cor final não seria afetada com relação ao tipo de bloco cerâmico escolhido foi parcialmente rejeitada. Ao fazer a análise estatística, mostrou alta significância dos fatores (cerâmica e cimento), assim como a interação dos mesmos. Dividindo os grupos de acordo com a cor do cimento, comparando um tipo de cerâmica contra o outro, para obtenção de um valor de ΔE_{00} , foi notável que o maior valor foi conseguido na comparação entre as cerâmicas de maior e menor translucidez (HT e LT respectivamente), com valores de ΔE_{00} variando entre 1.76 (cor Light+) a 2.5 (cor Warm+), tornando esta diferença significativa e inaceitável clinicamente. Estes dados estão de acordo com os resultados do estudo de Al Bem Ali et al., 2014 (124), no qual constataram que cerâmicas de dissilicato de lítio CAD de diferentes níveis de translucidez (HT e LT) promovem diferenças de cor significativas.

Quando analisamos a variação de cor (ΔE_{00}) produzida entre as cerâmicas de alta e média translucidez (HT e MT respectivamente), os valores de ΔE_{00} variaram entre 0.78 (cor Neutral) e 1.30 (cor Light+), ou seja, todos abaixo de 1.8 e por consequência, clinicamente aceitáveis. Já na comparação entre as cerâmicas de média e baixa translucidez (MT e LT respectivamente), os valores de ΔE_{00} tiveram comportamentos diferentes de acordo com o cimento utilizado, sendo menor que 0.8 com o cimento Light+ e estatisticamente semelhante ou maior que 1.8 com os cimentos Neutral e Warm+ respectivamente.

Quanto a translucidez, o parâmetro de translucidez (PT) é um método padronizado para calcular esta propriedade considerando o espectro visível inteiro, e pode ser estabelecido como uma diferença de cor entre um mesmo

material analisado sobre um fundo preto e um fundo branco (66). Os laminados cerâmicos HT obtiveram estatisticamente o maior valor de PT (38.98), confirmando a sua maior translucidez em relação aos outros laminados, MT (35.63) e LT (28.75), conferindo maior capacidade de mascaramento deste último devido à sua maior opacidade.

A translucidez ou opacidade das cerâmicas vítreas está associada com o espalhamento de luz nas interfaces entre cristais adjacentes e entre cristais e a fase vítrea, devido aos diferentes índices de refração de cada um destes componentes (125), assim, a combinação destes índices de refração se torna um aspecto importante no controle da translucidez do material cerâmico (66). A diferença significativa entre os laminados, principalmente entre HT e LT pode ser explicada pela diferença na microestrutura destes materiais. Um número menor de grandes cristais de metassilicato de lítio ($1.5 \times 0.8\mu\text{m}$) está presente na fase pré sinterizada da cerâmica HT, enquanto a cerâmica LT contém um maior número de cristais menores ($0.8 \times 0.2\mu\text{m}$) (66, 124). Por isso, há um maior índice de refração de luz entre os cristais de dissilicato de lítio e a matriz vítrea na cerâmica LT. Este fenômeno provoca um aumento no espalhamento de luz nas interfaces entre os cristais e matriz, resultando em maior opacidade. Desta forma, a opacidade pode ser ajustada para diferentes aplicações para produzir diferentes níveis de translucidez (126).

Curiosamente, durante a prova seca, os laminados MT e LT obtiveram valores de PT estatisticamente semelhantes (2.15 e 2.04 respectivamente), porém, durante a prova úmida, os laminados MT tiveram o maior valor de PT e estatisticamente semelhante aos laminados HT (3.85 e 3.76 respectivamente).

Quando analisamos o valor de PT do conjunto com o cimento resinoso já polimerizado, é possível notar que o cimento Light+ apresentou maior influência, diminuindo o valor de PT, e por consequência, tornando o conjunto final mais opaco, porém, esta diferença entre o cimento da cor Light+ e as outras cores (Neutral e Warm+) é mais significativa no grupo da cerâmica mais translúcida (HT), sendo esta diferença amenizada pela cerâmica de maior opacidade (LT).

Após 24 horas da polimerização, pode-se concluir que não há alteração nos valores de PT em nenhuma situação. Todos os valores se mantiveram constantes entre polimerização imediata e após 24 horas.

7 CONCLUSÕES

Considerando as limitações do presente estudo, podemos concluir que:

- 1- O nível de translucidez das cerâmicas tem efeito significativo na cor e translucidez finais da restauração com laminados ultraconservadores;
- 2- A cor cimento resinoso tem efeito significativo na cor e translucidez finais da restauração com laminados ultraconservadores;
- 3- Existe compatibilidade de cor entre as pastas *try-in* e os cimentos resinosos correspondentes polimerizados;
- 4- Há uma diferença de cor significativa entre um mesmo cimento não polimerizado e após polimerizado; e
- 5- Não há diferença de cor e translucidez entre o cimento polimerizado imediato e 24 horas após, porém, um estudo de maior período para avaliar a estabilidade de cor e translucidez é essencial para resultados mais conclusivos.

Quanto às **hipóteses nulas**:

- 1- A primeira hipótese nula foi parcialmente aceita, visto que a cor final do conjunto cimentado foi influenciada pela opacidade/translucidez do bloco cerâmico, especialmente quando comparamos o HT com o LT;
- 2- A segunda hipótese nula deste estudo sobre que a cor final do conjunto não seria afetada pela cor do cimento resinoso foi parcialmente rejeitada. Apenas o cimento da cor Neutral se manteve $\Delta E_{00} < 1.8$;
- 3- A terceira hipótese nula sobre a compatibilidade de cor das pastas *try-in*, com seus respectivos cimentos resinosos polimerizados foi aceita;
- 4- A quarta hipótese nula foi parcialmente rejeitada, que afirmava que não haveria diferença de cor entre o cimento resinoso não polimerizado e o polimerizado (tanto imediato, quanto 24 horas após). Todos os grupos resultaram em diferença perceptível ($\Delta E_{00} > 0.8$), porém, os grupos MTN (24h), MTW (imediato e 24h) e LTL (imediato

e 24h) se mantiveram estatisticamente diferente e abaixo do valor de 1.8;

- 5- A quinta hipótese nula de que não haveria diferença entre a cor do cimento polimerizado imediato e após 24 horas da polimerização foi aceita;
- 6- A sexta hipótese nula foi rejeitada, pois cada bloco cerâmico tem um padrão de translucidez diferente; e
- 7- A sétima hipótese nula foi rejeitada, pois o padrão de translucidez foi diferente para cada cimento resinoso.

REFERÊNCIAS¹

1. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000 Mar;28(3):163-77.
2. Swift EJ, Jr, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*. 1995 Feb;26(2):95-110.
3. Ozturk E, Bolay S. Survival of porcelain laminate veneers with different degrees of dentin exposure: 2-year clinical results. *J Adhes Dent*. 2014 Oct;16(5):481-9. doi: 10.3290/j.jad.a32828.
4. Gurel G, Sesma N, Calamita MA, Coachman C, Morimoto S. Influence of enamel preservation on failure rates of porcelain laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2013 Jan-Feb;33(1):31-9.
5. Salameh Z, Tehini G, Ziadeh N, Ragab HA, Berberi A, Aboushelib MN. Influence of ceramic color and translucency on shade match of CAD/CAM porcelain veneers. *Int J Esthet Dent*. 2014 Spring;9(1):90-7.
6. Hernandez DK, Arrais CA, Lima E, Cesar PF, Rodrigues JA. Influence of resin cement shade on the color and translucency of ceramic veneers. *J App Oral Sci*. 2016 Jul-Aug;24(4):391-6. doi: 10.1590/1678-775720150550.
7. de Azevedo Cubas GB, Camacho GB, Demarco FF, Pereira-Cenci T. The effect of luting agents and ceramic thickness on the color variation of different ceramics against a chromatic background. *Eur J Dent*. 2011 Jul;5(3):245-52.
8. Turgut S, Bagis B. Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2013 Mar;109(3):179-86. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60039-6.

9. Li Q. Effects of luting composites on the resultant colors of ceramic veneers to intended shade tab. *J Prosthodont*. 2019 Mar;28(3):327-331. doi: 10.1111/jopr.12585.
10. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: effects of foundation restoration. *J Prosthet Dent*. 2013 Dec;110(6):501-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.09.004.
11. Chu FC, Chow TW, Chai J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. *J Prosthet Dent*. 2007 Nov;98(5):359-64.
12. Kurklu D, Azer SS, Yilmaz B, Johnston WM. Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *J Dent*. 2013 Nov;41(11):1043-50. doi: 10.1016/j.jdent.2013.08.017
13. Chen XD, Hong G, Xing WZ, Wang YN. The influence of resin cements on the final color of ceramic veneers. *J Prosthodont Res*. 2015 Jul;59(3):172-7. doi: 10.1016/j.jpor.2015.03.001.
14. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent*. 2000 Apr;83(4):412-7.
15. Xu B, Chen X, Li R, Wang Y, Li Q. Agreement of try-in pastes and the corresponding luting composites on the final color of ceramic veneers. *J Prosthodont*. 2014 Jun;23(4):308-12. doi: 10.1111/jopr.12109.
16. N AL, Laukner J, Burnside G, Jarad FD, Smith PW, Preston AJ. An investigation into the effect of try-in pastes, uncured and cured resin cements on the overall color of ceramic veneer restorations: an in vitro study. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e78-86. doi: 10.1016/j.jdent.2010.08.013.
17. Kampouropoulos D, Gaintantzopoulou M, Papazoglou E, Kakaboura A. Colour matching of composite resin cements with their corresponding try-in pastes. *Eur J Prosthodont Restorative Dent*. 2014 Jun;22(2):84-8.

18. Chang J, Da Silva JD, Sakai M, Kristiansen J, Ishikawa-Nagai S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *J Dent*. 2009 Dec;37(12):937-43. doi: 10.1016/j.jdent.2009.07.009.

19. Barath VS, Faber FJ, Westland S, Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds. *Adv Dent Res*. 2003 Dec;17:55-60. doi: 10.1177/154407370301700113

20. Terzioglu H, Yilmaz B, Yurdukoru B. The effect of different shades of specific luting agents and IPS empress ceramic thickness on overall color. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2009 Oct;29(5):499-505.

21. Dozic A, Tsagkari M, Khashayar G, Aboushelib M. Color management of porcelain veneers: influence of dentin and resin cement colors. *Quintessence Int*. 2010 Jul-Aug;41(7):567-73.

22. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. *J Prosthet Dent*. 2014 Jan;111(1):42-50. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.09.005.

23. Comlekoglu ME, Paken G, Tan F, Dundar-Comlekoglu M, Ozcan M, Akan E, et al. Evaluation of different thickness, die color, and resin cement shade for veneers of multilayered CAD/CAM blocks. *J Prosthodont*. 2016 Oct;25(7):563-569. doi: 10.1111/jopr.12367.

24. Jankar AS, Kale Y, Pustake S, Bijjaragi S, Pustake B. Spectrophotometric study of the effect of luting agents on the resultant shade of ceramic veneers: an invitro study. *J Clin Diagn Res*. 2015 Sep;9(9):ZC56-60. doi: 10.7860/JCDR/2015/14377.6505.

25. Perroni AP, Amaral C, Kaizer MR, Moraes RR, Boscato N. Shade of resin-based luting agents and final color of porcelain veneers. *J Esthet Restor Dent*. 2016 Sep;28(5):295-303. doi: 10.1111/jerd.12196.

26. Rodrigues RB, Lima E, Roscoe MG, Soares CJ, Cesar PF, Novais VR. Influence of resin cements on color stability of different ceramic systems. *Braz Dent J*. 2017 Mar-Apr;28(2):191-195. doi: 10.1590/0103-644020170.
27. Ubaldini ALM BA, Furquim LZ, Pascotto RC. Abordagem interdisciplinar para o fechamento de diastemas associados à discrepância de Bolton. *Rev Dent Press Estet*. 2009 Out-Dez;6(4):80-7.
28. Willhite C. Diastema closure with freehand composite: controlling emergence contour. *Quintessence Int*. 2005;36(2):138-40.
29. Freitas CMC FW, Freitas RMC. Restaurações estéticas em cerâmicas – em busca do natural. *Rev Dent Press Estet*. 2011 Jul-Set;8(3):56-65.
30. Turgut S, Bagis B, Turkaslan SS, Bagis YH. Effect of ultraviolet aging on translucency of resin-cemented ceramic veneers: an in vitro study. *J Prosthodont*. 2014 Jan;23(1):39-44. doi: 10.1111/jopr.12061.
31. Griggs JA. Recent advances in materials for all-ceramic restorations. *Dent Clin of North Am*. 2007 Jul;51(3):713-27, viii.
32. Alqahtani MQ, Aljuraiss RM, Alshaafi MM. The effects of different shades of resin luting cement on the color of ceramic veneers. *Dent Mater J*. 2012;31(3):354-61.
33. da Cunha LF, Pedroche LO, Gonzaga CC, Furuse AY. Esthetic, occlusal, and periodontal rehabilitation of anterior teeth with minimum thickness porcelain laminate veneers. *J Prosthet Dent*. 2014 Dec;112(6):1315-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.05.028..
34. Zarone F, Ferrari M, Mangano FG, Leone R, Sorrentino R. Digitally oriented materials: focus on lithium disilicate ceramics. *Int J Dent*. 2016;2016:9840594. doi: 10.1155/2016/9840594.

35. Tysowsky GW. The science behind lithium disilicate: a metal-free alternative. *Dent Today*. 2009 Mar;28(3):112-3.
36. Subasi MG, Alp G, Johnston WM, Yilmaz B. Effect of thickness on optical properties of monolithic CAD-CAM ceramics. *J Dent*. 2018 Apr;71:38-42. doi: 10.1016/j.jdent.2018.01.010.
37. Vivadent I. IPS e.max lithium disilicate. The future of all-ceramic dentistry - material science, practical applications, key to success. Amherst, NY: Ivoclar Vivadent; 2009 1-15.
38. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955 Dec;34(6):849-53. doi: 10.1177/00220345550340060801
39. Calamia JR. Etched porcelain facial veneers: a new treatment modality based on scientific and clinical evidence. *N Y J Dent*. 1983 Sep-Oct;53(6):255-9.
40. Stoil LB LF. Harmonização do sorriso através do laminado cerâmico “lente de contato”. *Rev Dent Press Estet*. 2009 Jan-Mar;6(1):119-24.
41. Layton DM, Walton TR. The up to 21-year clinical outcome and survival of feldspathic porcelain veneers: accounting for clustering. *Int J Prosthodont*. 2012 Nov-Dec;25(6):604-12.
42. Dumfahrt H, Schaffer H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II--Clinical results. *Int J Prosthodont*. 2000 Jan-Feb;13(1):9-18.
43. Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation--a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dentistry*. 2005 Feb;25(1):9-17.

44. da Cunha LF, Reis R, Santana L, Romanini JC, Carvalho RM, Furuse AY. Ceramic veneers with minimum preparation. *Eur J Dent*. 2013 Oct;7(4):492-6. doi: 10.4103/1305-7456.120645.
45. De Andrade OS, Hirata R, Celestrino M, Seto M, Siqueira S, Jr., Nahas R. Ultimate ceramic veneer: a laboratory-guided preparation technique for minimally invasive laminate veneers. *J Calif Dent Assoc*. 2012 Jun;40(6):489-94.
46. Chu FC, Sham AS, Luk HW, Andersson B, Chai J, Chow TW. Threshold contrast ratio and masking ability of porcelain veneers with high-density alumina cores. *Inter J Prosthodont*. 2004 Jan-Feb;17(1):24-8.
47. Friedman MJ. Augmenting restorative dentistry with porcelain veneers. *J Am Dent Assoc*. 1991 Jun;122(7):29-34.
48. Materdomini D, Friedman MJ. The contact lens effect: enhancing porcelain veneer esthetics. *J Esthet Dent*. 1995;7(3):99-103.
49. Radz GM. Minimum thickness anterior porcelain restorations. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr;55(2):353-70, ix. doi: 10.1016/j.cden.2011.01.006.
50. Ge C, Green CC, Sederstrom D, McLaren EA, White SN. Effect of porcelain and enamel thickness on porcelain veneer failure loads in vitro. *J Prosthet Dent*. 2018 Jul;120(1):85-91. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.10.018.
51. Magne P, Belser UC. Novel porcelain laminate preparation approach driven by a diagnostic mock-up. *J Esthet Restor Dent*. 2004;16(1):7-16; discussion 17-8.
52. Javaheri D. Considerations for planning esthetic treatment with veneers involving no or minimal preparations. *J Am Dent Assoc*. 2007 Mar;138(3):331-7.
53. Lin CP, Douglas WH. Structure-property relations and crack resistance at the bovine dentin-enamel junction. *J Dent Res*. 1994 May;73(5):1072-8.

54. Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *Int J Prosthodont*. 1999 Mar-Apr;12(2):111-21.
55. St Germain HA, Jr., St Germain TH. Shear bond strength of porcelain veneers rebonded to enamel. *Oper Dent*. 2015 May-Jun;40(3):E112-21. doi: 10.2341/14-123-L.
56. Peumans M, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. *Dent Mater*. 1999 Mar;15(2):105-19.
57. Sorensen JA, Munksgaard EC. Relative gap formation of resin-cemented ceramic inlays and dentin bonding agents. *J Prosthet Dent*. 1996 Oct;76(4):374-8.
58. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2002 Jun;22(3):241-9.
59. Matson MR, Lewgoy HR, Barros Filho DA, Amore R, Anido-Anido A, Alonso RC, et al. Finite element analysis of stress distribution in intact and porcelain veneer restored teeth. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2012;15(8):795-800. doi: 10.1080/10255842.2011.561013.
60. Ozturk E, Bolay S, Hickel R, Ilie N. Shear bond strength of porcelain laminate veneers to enamel, dentine and enamel-dentine complex bonded with different adhesive luting systems. *J Dent*. 2013 Feb;41(2):97-105. doi: 10.1016/j.jdent.2012.04.005.
61. Ge C, Green CC, Sederstrom DA, McLaren EA, Chalfant JA, White SN. Effect of tooth substrate and porcelain thickness on porcelain veneer failure loads in vitro. *J Prosthet Dent*. 2018 Jul;120(1):85-91. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.10.018.

62. Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1992;12(5):407-13.
63. Atsu SS, Aka PS, Kucukesmen HC, Kilicarslan MA, Atakan C. Age-related changes in tooth enamel as measured by electron microscopy: implications for porcelain laminate veneers. *J Prosthet Dent*. 2005 Oct;94(4):336-41. doi: 10.1016/j.prosdent.2005.08.008.
64. Belser UC, Magne P, Magne M. Ceramic laminate veneers: continuous evolution of indications. *J Esthet Dent*. 1997;9(4):197-207.
65. Clavijo V, Cavaretti M, Betrán M, Ferreira L, Andrade M. Fragmentos cerâmicos. *Clínica – Int J Braz Dent*. 2010 Jul-Set;6(3):290-9.
66. Della Bona A, Nogueira AD, Pecho OE. Optical properties of CAD-CAM ceramic systems. *J Dent*. 2014 Sep;42(9):1202-9. doi: 10.1016/j.jdent.2014.07.005.
67. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am*. 2004 Apr;48(2):v, 341-58. doi: 10.1016/j.cden.2004.01.004.
68. Westland S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15 Suppl 1:S5-12.
69. Bhatia S, Kohli S, Subramaniam R. Color and shade matching: significance in dentistry. *Malays Dent J*. 2013;35:6-11.
70. Ferraris F, Diamantopoulou S, Acunzo R, Alcidi R. Influence of enamel composite thickness on value, chroma and translucency of a high and a nonhigh refractive index resin composite. *Int J Esthet Dent*. 2014 Autumn;9(3):382-401.
71. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent*. 2015 Sep-Oct;27(5):240-57. doi: 10.1111/jerd.12152.

72. Dudea D, Gasparik C, Botos A, Alb F, Irimie A, Paravina RD. Influence of background/surrounding area on accuracy of visual color matching. *Clin Oral Investig*. 2016 Jul;20(6):1167-73. doi: 10.1007/s00784-015-1620-3.
73. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004;32 Suppl 1:3-12.
74. Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1):97-108. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.018.
75. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e2-16. doi: 10.1016/j.jdent.2010.07.001.
76. Ghinea R, Perez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e57-64. doi: 10.1016/j.jdent.2010.07.008.
77. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015 Mar-Apr;27 Suppl 1:S1-9. doi: 10.1111/jerd.12149.
78. Paravina RD. Critical appraisal. Color in dentistry: match me, match me not. *J Esthet Restor Dent*. 2009;21(2):133-9. doi: 10.1111/j.1708-8240.2009.00246.x.
79. Volpato CA, Monteiro S, Jr., de Andrada MC, Fredel MC, Petter CO. Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dent Mater*. 2009 Jan;25(1):87-93. doi: 10.1016/j.dental.2008.04.013.
80. Nogueira AD, Della Bona A. The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. *J Dent*. 2013 Aug;41 Suppl 3:e18-23. doi: 10.1016/j.jdent.2013.02.005.

81. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent*. 2002 Jul;88(1):4-9.
82. Ozturk E, Chiang YC, Cosgun E, Bolay S, Hickel R, Ilie N. Effect of resin shades on opacity of ceramic veneers and polymerization efficiency through ceramics. *J Dent*. 2013 Nov;41 Suppl 5:e8-14. doi: 10.1016/j.jdent.2013.06.001.
83. Bayindir F, Ozbayram O. Effect of number of firings on the color and translucency of ceramic core materials with veneer ceramic of different thicknesses. *J Prosthet Dent*. 2018 Jan;119(1):152-158. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.02.011.
84. Calamia JR, Calamia CS. Porcelain laminate veneers: reasons for 25 years of success. *Dent Clin North Am*. 2007 Apr;51(2):399-417, ix. doi: 10.1016/j.cden.2007.03.008
85. Pires LA, Novais PM, Araujo VD, Pegoraro LF. Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent*. 2017 Jan;117(1):144-149. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.04.003.
86. Shadman N, Kandi SG, Ebrahimi SF, Shoul MA. The minimum thickness of a multilayer porcelain restoration required for masking severe tooth discoloration. *Dent Res J*. 2015 Nov-Dec;12(6):562-8.
87. Omar H, Atta O, El-Mowafy O, Khan SA. Effect of CAD-CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e95-9. doi: 10.1016/j.jdent.2010.05.006.
88. Kang W, Park JK, Kim WC, Kim HY, Kim JH. Effects of different thickness combinations of core and veneer ceramics on optical properties of CAD-CAM glass-ceramics. *Biomed Res Int*. 2019 Mar 4;2019:5856482. doi: 10.1155/2019/5856482.

89. Bacchi A, Caldas RA, Cesar PF, Pfeifer CS. Optical properties and colorimetric evaluation of resin cements formulated with thio-urethane oligomers. *J Esthet Restor Dent*. 2019 Mar;31(2):153-159. doi: 10.1111/jerd.12437.
90. Lee YK. Changes in the translucency of porcelain and repairing resin composite by the illumination. *Dental materials*. 2007 Apr;23(4):492-7. doi: 10.1016/j.dental.2006.03.004.
91. Barizon KT, Bergeron C, Vargas MA, Qian F, Cobb DS, Gratton DG, et al. Ceramic materials for porcelain veneers. Part I: Correlation between translucency parameters and contrast ratio. *J Prosthet Dent*. 2013 Nov;110(5):397-401. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.06.008.
92. Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Curing-dependent changes in color and translucency parameter of composite bleach shades. *J Esthet Restor Dent*. 2002;14(3):158-66.
93. Kursoglu P, Karagoz Motro PF, Kazazoglu E. Translucency of ceramic material in different core-veneer combinations. *J Prosthet Dent*. 2015 Jan;113(1):48-53. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.07.011.
94. Turgut S, Bagis B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *J Dent*. 2011 Dec;39 Suppl 3:e57-64. doi: 10.1016/j.jdent.2011.11.006.
95. Peixoto RT, Paulinelli VM, Sander HH, Lanza MD, Cury LA, Poletto LT. Light transmission through porcelain. *Dent Mater*. 2007 Nov;23(11):1363-8. doi:10.1016/j.dental.2006.11.025.
96. Rasetto FH, Driscoll CF, von Fraunhofer JA. Effect of light source and time on the polymerization of resin cement through ceramic veneers. *J Prosthodont*. 2001 Sep;10(3):133-9.
97. Dede DO, Ceylan G, Yilmaz B. Effect of brand and shade of resin cements on the final color of lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent*. 2017 Apr;117(4):539-544. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.07.014.

98. Vaz EC, Vaz MM, de Torres EM, de Souza JB, Barata TJE, Lopes LG. Resin cement: correspondence with try-in paste and influence on the immediate final color of veneers. *J Prosthodont*. 2019 Jan;28(1):e74-e81. doi: 10.1111/jopr.12728.
99. Akin A, Toksavul S, Toman M. Clinical marginal and internal adaptation of maxillary anterior single all-ceramic crowns and 2-year randomized controlled clinical trial. *J Prosthodont*. 2015 Jul;24(5):345-50. doi: 10.1111/jopr.12217.
100. Alghazzawi TF, Liu PR, Essig ME. The effect of different fabrication steps on the marginal adaptation of two types of glass-infiltrated ceramic crown copings fabricated by CAD/CAM technology. *J Prosthodont*. 2012 Apr;21(3):167-72. doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00803.x.
101. Cho SH, Chang WG, Lim BS, Lee YK. Effect of die spacer thickness on shear bond strength of porcelain laminate veneers. *J Prosthet Dent*. 2006 Mar;95(3):201-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2005.12.011.
102. Wang CJ, Millstein PL, Nathanson D. Effects of cement, cement space, marginal design, seating aid materials, and seating force on crown cementation. *Journal Prosthet Dent*. 1992 Jun;67(6):786-90.
103. Revilla-Leon M, Olea-Vielba M, Esteso-Saiz A, Martinez-Klemm I, Ozcan M. Marginal and internal gap of handmade, milled and 3D printed additive manufactured patterns for pressed lithium disilicate onlay restorations. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018 Mar 1;26(1):31-38. doi: 10.1922/EJPRD_01733RevillaLeon08.
104. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry IL, Thomas GW, et al. Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthet Dent*. 2015 Apr;113(4):304-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.09.015.
105. Abdulhameed N, Roulet JF, Chen C, Hussein H. A measurement protocol for the marginal and internal fit of all-ceramic crowns. *Eur J*

Prosthodont Restor Dent. 2017 Dec 1;25(4):193-200. doi: 10.1922/EJPRD_01735Abdulhameed08.

106. Aboushelib MN, Elmahy WA, Ghazy MH. Internal adaptation, marginal accuracy and microleakage of a pressable versus a machinable ceramic laminate veneers. J Dent. 2012 Aug;40(8):670-7. doi: 10.1016/j.jdent.2012.04.019.

107. Pilo R, Cardash HS, Baharav H, Helft M. Incomplete seating of cemented crowns: a literature review. J Prosthet Dent. 1988 Apr;59(4):429-33.

108. Wilson PR. Effect of increasing cement space on cementation of artificial crowns. J Prosthet Dent. 1994 Jun;71(6):560-4.

109. ISO 4049:2000. Dentistry: Polymer-based filling, restorative and luting materials. International Organization for Standardization.

110. Liu B, Lu C, Wu Y, Zhang X, Arola D, Zhang D. The effects of adhesive type and thickness on stress distribution in molars restored with all-ceramic crowns. J Prosthodont. 2011 Jan;20(1):35-44. doi: 10.1111/j.1532-849X.2010.00650.x.

111. Homsy FR, Ozcan M, Khoury M, Majzoub ZAK. Marginal and internal fit of pressed lithium disilicate inlays fabricated with milling, 3D printing, and conventional technologies. J Prosthet Dent. 2018 May;119(5):783-790. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.07.025.

112. Balderamos LP, O'Keefe KL, Powers JM. Color accuracy of resin cements and try-in pastes. Int J Prosthodont. 1997 Mar;10(2):111-5.

113. Mourouzis P, Koulaouzidou E, Palaghias G, Helvatjoglu-Antoniades M. Color match of luting composites and try-in pastes: the impact on the final color of CAD/CAM lithium disilicate restorations. Int J Esthet Dent. 2018;13(1):98-109.

114. Xing W, Jiang T, Ma X, Liang S, Wang Z, Sa Y, et al. Evaluation of the esthetic effect of resin cements and try-in pastes on ceromer veneers. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e87-94. doi: 10.1016/j.jdent.2010.05.007.
115. Alghazali N, Moaleem M, Alamri S, Aldosari AA, Preston A, Smith P, et al. The Effect of Try-In Paste and Resin Cement Shade on Colour Properties of Dental Veneers. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018 Aug 30;26(3):144-151. doi: 10.1922/EJPRD_01768Alghazali08.
116. Rojpaibool T, Leevailoj C. Fracture resistance of lithium disilicate ceramics bonded to enamel or dentin using different resin cement types and film thicknesses. *J Prosthodont*. 2017 Feb;26(2):141-149. doi: 10.1111/jopr.12372.
117. Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Perez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater*. 2018 Aug;34(8):1168-1174. doi: 10.1016/j.dental.2018.05.001.
118. Yu B, Lee YK. Influence of color parameters of resin composites on their translucency. *Dent Mater*. 2008 Sep;24(9):1236-42. doi: 10.1016/j.dental.2008.01.016.
119. Sidhu SK, Ikeda T, Omata Y, Fujita M, Sano H. Change of color and translucency by light curing in resin composites. *Oper Dent*. 2006 Sep-Oct;31(5):598-603. doi: 10.2341/05-109
120. Kucukesmen HC, Usumez A, Ozturk N, Eroglu E. Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration. *J Dent*. 2008 Mar;36(3):219-23. doi: 10.1016/j.jdent.2007.12.005.
121. Seghi RR, Gritz MD, Kim J. Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. *Dent Mater*. 1990 Apr;6(2):133-7.
122. Rigoni P, Amaral FL, Franca FM, Basting RT. Color agreement between nanofluorapatite ceramic discs associated with try-in pastes and with resin

cements. *Braz Oral Res.* 2012 Nov-Dec;26(6):516-22. doi: 10.1590/S1806-83242012000600006.

123. Bagis B, Turgut S. Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. *J Dent.* 2013 Aug;41 Suppl 3:e24-30. doi: 10.1016/j.jdent.2012.11.013.

124. Al Ben Ali A, Kang K, Finkelman MD, Zandparsa R, Hirayama H. The effect of variations in translucency and background on color differences in CAD/CAM lithium disilicate glass ceramics. *J Prosthodont.* 2014 Apr;23(3):213-20. doi: 10.1111/jopr.12080.

125. Lee YK. Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. *J Biomed Opt.* 2015 Apr;20(4):045002. doi: 10.1117/1.JBO.20.4.045002.

126. Skyllouriotis AL, Yamamoto HL, Nathanson D. Masking properties of ceramics for veneer restorations. *J Prosthet Dent.* 2017 Oct;118(4):517-523. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.12.003.