

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Matheus Müller Basegio

**MASCARAMENTO DE SUBSTRATOS
ESCURECIDOS UTILIZANDO SISTEMAS
RESTAURADORES INDIRETOS**

Passo Fundo

2018

Matheus Müller Basegio

**MASCARAMENTO DE SUBSTRATOS
ESCURECIDOS UTILIZANDO SISTEMAS
RESTAURADORES INDIRETOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da UPF, para obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de Concentração em Clínica Odontológica, sob orientação do prof. Dr. Álvaro Della Bona.

Passo Fundo

2018

Folha reservada para
Ata de aprovação da Banca Examinadora

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.
Após, faça a substituição pela Ata de aprovação fornecida pela
Secretaria para manter a correta numeração do seu trabalho.

Folha reservada para
Ficha catalográfica

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.
Após, faça a substituição pela Ficha Catalográfica fornecida pela
Secretaria para manter a correta numeração do seu trabalho

DEDICATÓRIA

À *Deus*, por me dar oportunidade de nascer com saúde em uma família que me ofertou muito amor e por iluminar meu caminho.

Ao meu pai, *Diógenes*, que me ensinou a ser humano de verdade, cuidar das pessoas e ajudar ao próximo. E por sempre me incentivar e acreditar em todas decisões que tomei.

À minha mãe, *Rosane*, pelos cuidados e amor desde a gestação até o infinito.

Aos meus irmãos, *Vinicius* e *Bárbara*, pela parceria, amizade, carinho e companheirismo e amor.

À minha esposa, *Samarina*, pelo exemplo de mulher e mãe, e pelo suporte, apoio e motivação durante mais essa etapa. Amo você amor. {SyM}4ever.

À minha filha, *Laura*, pelo amor infinito que a vida poderia me oferecer.

Eu amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao grande amigo, mestre desde o tempo de graduação e orientador, *Álvaro Della Bona*, pelos vastos ensinamentos, sabedoria, paciência e exemplo profissional e pessoal. Agradeço pelo imenso aprendizado que tive com você durante esses dois anos. Invejável tua disposição para realizar uma orientação “*gold standard*” diante de inúmeras atividades como professor, diretor, clínico, editor, pesquisador, revisor e pai de família.

Ao amigo e co-orientador, *Oscar Pecho*, pela excelente orientação e grande ajuda. Com certeza sem o teu empenho, conhecimentos e disponibilidade de atravessar o oceano atlântico para realizarmos parte do trabalho na Espanha, a qualidade não seria a mesma.

Aos meus colegas e amigos do Mestrado, *Érlon, Renato, Caroline, Débora, Isadora, Giordana e Tábata* a qual construí uma grande amizade, e por poder compartilhar com cada um de vocês momentos de alegria e troca de ensinamentos.

Ao grupo de pesquisa do professor *Álvaro*, pelos ensinamentos e contribuições em meu trabalho, além da grande amizade a qual construí com todos os participantes.

Aos laboratórios de prótese *Meridional* e *Coral* por disponibilizar a estrutura, materiais e ensinamentos para que a pesquisa pudesse ser concretizada.

Aos TPD's *Daniel Nunes* e *Marlon Massing* pela doação de parte dos materiais da pesquisa e conhecimentos que foram necessários para a realização do estudo.

Ao amigo *Rodrigo Alessandretti*, pela grande ajuda e ensinamentos acerca dos métodos de como realizar a pesquisa.

À integrante do grupo de pesquisa, *Mylena*, pela ajuda durante a pesquisa e confiança de tê-la como primeira orientada.

À minha “mãe do PPG”, *Suzi*, a qual criei uma afinidade desde os primeiros módulos, e que me ajudou muito durante essa trajetória.

À secretaria do PPG, *Fabi*, pelo auxílio e aptidão de manter tudo em ordem.

À todos os *professores* do PPG Odonto, que transmitiram seus conhecimentos para uma formação mais concreta de um mestre.

À professora *Paula Benetti*, pela troca de conhecimentos profissionais e de maternidade, além da excelente receptividade durante os estágios docentes.

À *Faculdade de Odontologia (FO)* pela estrutura física completa para que eu pudesse realizar a pesquisa, além de uma equipe de professores e funcionários que oferecem uma sensação de conforto e bem estar.

Ao grupo *Labioptics*, do departamento de óptica da Faculdade de Ciências da Universidade de Granada, em especial a coordenadora *María del Mar Pérez* e ao professor *Razvan Ghinea*, pela colaboração no projeto e permitir o uso das instalações. *Muchas gracias*.

À CAPES, pela bolsa parcial para a execução deste estudo.

A todos que de alguma forma contribuíram para que mais uma etapa de minha formação seja concluída com êxito.

Contem comigo no que precisarem, pois serei grato a cada um de vocês.

*“Pedra no caminho? Guardo-as todas, um dia vou construir um
castelo.”
Fernando Pessoa*

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS	xxi
1. INTRODUÇÃO	26
2. REVISÃO DE LITERATURA	30
2.1 Cor	30
2.2 Translucidez	34
2.3 Sistemas Restauradores	36
2.4 Métodos de fabricação de restaurações indiretas	39
2.5 Substratos	41
2.6 Agentes de cimentação	42
2.7 Capacidade de Mascaramento	43
3. PROPOSIÇÃO	49
3.1 Objetivo geral	49
3.2 Objetivos específicos	49
4. MATERIAIS E MÉTODOS	51
4.1 Local de realização da pesquisa	51
4.2 Delineamento	51
4.3 Fabricação dos corpos de prova	51

4.4	Fabricação dos substratos.....	66
4.5	União dos CP aos substratos	69
4.6	Confecção das amostras de cimento resinoso e pasta teste	72
4.7	Medição da reflectância espectral e coordenadas de cor.....	73
4.8	Métricas para avaliar diferenças de cor.....	75
4.9	Limiares de Perceptibilidade (PT) e Aceitabilidade (AT).....	76
4.10	Parâmetro de Translucidez (TP)	77
4.11	Índice de clareamento (WI_D - <i>whiteness index for dentistry</i>)	78
4.12	Limiares de perceptibilidade (WPT) e aceitabilidade (WAT) para o índice de clareamento	78
4.13	Análise Estatística dos Dados	79
5.	RESULTADOS.....	80
5.1	Coordenadas de Cor dos SRI	80
5.2	Diferenças de Cor (ΔE)	85
5.4	Avaliação colorimétrica dos substratos, da pasta teste e do cimento.....	98
6.	DISCUSSÃO	100
7.	CONCLUSÕES	112
	REFERÊNCIAS.....	113
	ANEXOS	124
	ARTIGO SUBMETIDO	154
	Fabricação dos substratos.....	162

Medição da reflectância espectral e coordenadas de cor	164
Parâmetro de Translucidez (TP).....	166
Análise Estatística dos Dados	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estudos e métodos utilizados na avaliação da capacidade de mascaramento (masking ability).....	44
Tabela 2. Materiais restauradores utilizados no estudo.	54
Tabela 3. Espessuras inicial (após acabamento e polimento) e final e contração (em %) pós cristalização/sinterização dos CPs cerâmicos usados nesse estudo.	56
Tabela 4. Ciclo de sinterização da IZW (cerâmica a base de zircônia, Zenostar).	58
Tabela 5. Ciclo de cristalização do sistema CAD-on (cristalização da cerâmica a base de dissilicato de lítio, IPS e.max CAD, e fusão do vidro de fusão, IPS e.max Crystall./Conecct).	59
Tabela 6. Ciclo de sinterização da YLD-T (cerâmica a base de zircônia, IPS e.max ZirCAD).	60
Tabela 7. Ciclo de queima do YLD-T (cerâmica vítrea de baixa fusão, IPS e.max ZirLiner).	61
Tabela 8. Ciclo de queima do YLD-T (cerâmica feldspática, IPS e.max Ceram).	62
Tabela 9. Ciclo de cristalização do LDC (cerâmica a base de dissilicato de lítio, IPS e.max CAD).	63
Tabela 10. Valores médios e desvio padrão das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) dos CP-A e CP-C dos SRI sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9).	84
Tabela 11. Valores médios e desvio padrão das diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) dos corpos de prova acoplados (CP-	

A) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para cada um dos Sistemas Restauradores Indiretos (SRI).....	88
Tabela 12. Valores médios e desvio padrão das diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) dos corpos de prova cimentados (CP-C) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para cada um dos Sistemas Restauradores Indiretos (SRI).....	92
Tabela 13. Valores médios e desvio padrão das diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) entre os corpos de prova acoplados (CP-A) e cimentados (CP-C) sobre substratos de mesma coloração para cada um dos Sistemas Restauradores Indiretos (SRI).....	96
Tabela 14. <i>Valores médios e desvio padrão das coordenadas de cor (L^*, a^*, b^*) sobre os fundos branco (B) e preto (P), parâmetro de translucidez (TP), índice de clareamento (WI_D), e as diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) entre a pasta teste (try-in) e o cimento resinoso polimerizado.....</i>	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho esquemático dos grupos experimentais com respectivas espessuras.	52
Figura 2. Cortadeira metalográfica com disco diamantado sob lubrificação sendo usada para fatiar os blocos de CAD-CAM, nesse caso um bloco de IPS e.max CAD.	57
Figura 3. Aferição das infraestruturas em zircônia após o processo de sinterização.	59
Figura 4. Matriz de silicone de condensação (Zetalabor) utilizada para auxiliar durante a aplicação da cerâmica de cobertura sobre a infraestrutura de zircônia.	61
Figura 5. Aferição do CP (Enamic) após acabamento e polimento para verificação da espessura final (1,5 mm). ...	63
Figura 6. Fluxograma do estudo. (β) Os mesmos CP foram utilizados para os substratos de cor ND3, ND8 e ND9, do mesmo sistema restaurador. (Ω) Foram avaliadas as diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) entre CP-A e CP-C sobre cada substrato (ND3, ND8 e ND9), verificando a correspondência entre a pasta teste e o cimento resinoso. ...	65
Figura 7. Material resinoso fotopolimerizável (IPS Natural Die Material, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) utilizado para a fabricação dos substratos (ND3, ND8 e ND9).	66
Figura 8. Natural Die Material (Ivoclar Vivadent) sendo inserido dentro da matriz de teflon sob uma tira de poliéster sobreposta a uma placa de vidro.	67

Figura 9. Visão lateral de montagem das placas de vidro, tiras de poliéster e matriz de teflon para a fabricação dos substratos.....	68
Figura 10. Fotoativação inicial do material resinoso através da placa de vidro.	68
Figura 11. Substratos preparados nas cores ND3, ND8 e ND9 (2,5mm).	69
Figura 12. Pasta teste (try-in) utilizada no estudo.	70
Figura 13. Cimento resinoso utilizado no estudo.....	70
Figura 14. Visão lateral da cimentação de um CP (YZW) sobre um substrato ND3 utilizando uma carga de 750g.....	72
Figura 15. Equipamentos utilizados para a avaliação instrumental de cor das amostras.	74
Figura 16. Equipamentos utilizados para avaliação instrumental de cor das amostras. 1-Espectrorradiômetro; 2-Fontes de iluminação com uma angulação de 45° da mesa de apoio dos CP; 3-Plataforma para apoio dos CP.	74
Figura 17. Imagem do visor do espectrorradiômetro, mostrando um CP cimentado sobre um substrato ND8. O ponto preto ao centro representa a área aferida pelo instrumento.....	75
Figura 18. Desenho esquemático do experimento para avaliação do TP. ER representa o espectrorradiômetro, B o fundo preto e W o fundo branco e CP é o corpo de prova. .	78
Figura 19. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador CAD-on.	80
Figura 20. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador YLD-T.....	81
Figura 21. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador LDC.....	81

Figura 22. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador YZW.....	82
Figura 23. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador PICN.....	83
Figura 24. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{ab}^*) dos SRI acoplados (CP-A) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{ab}^*=1,2$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{ab}^*=2,7$) (Paravina et al., 2015).....	86
Figura 25. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIEDE2000 (ΔE_{00}) dos SRI acoplados (CP-A) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul, representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{00}=0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00}=1,8$) (Paravina et al., 2015).....	87
Figura 26. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{ab}^*) dos SRI cimentados (CP-C) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{ab}^*=1,2$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{ab}^*=2,7$) (Paravina et al., 2015).....	90
Figura 27. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{00}) dos SRI cimentados (CP-C) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{00}=0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00}=1,8$) (Paravina et al., 2015).....	91
Figura 28. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{ab}^*) entre SRI acoplados (CP-A) e	

cimentados (CP-C) sobre substratos de mesma coloração. As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{ab}^* = 1,2$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{ab}^* = 2,7$) (Paravina et al., 2015).94

Figura 29. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{00}) entre SRI acoplados (CP-A) e cimentados (CP-C) sobre substratos de mesma coloração. As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{00} = 0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00} = 1,8$) (Paravina et al., 2015).95

Figura 30. Valores médios e desvio padrão do TP dos diferentes SRI (n=5) com espessura de 1,5 mm. Análise de variância e teste Tukey mostram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$).....97

LISTA DE ABREVIATURAS

A	auxiliares
AT	<i>acceptability threshold</i> (limiar de aceitabilidade)
CA	Califórnia
CAD-CAM	<i>computer-aided design/computer-aided manufacturing</i> (desenho e manufatura assistidos por computador)
CAD-on	sistema restaurador em três camadas composto por uma infraestrutura a base a zircônia, recoberta por uma cerâmica a base de dissilicato de lítio, unidas por uma cerâmica de fusão
CIE	<i>Comission Internationale de l'Eclairage</i> (Comissão Internacional de Iluminação)
cm ³	centímetro cúbico
CP	corpo de prova
CP-A	corpo de prova acoplado
CP-C	corpo de prova cimentado
CR	<i>contrast ratio</i> (razão de contraste)
D	dentistas
<i>et al.</i>	e colaboradores
EUA	Estados Unidos da América
g	grama

ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normas)
HT	<i>high translucency</i> (alta translucidez)
kg	quilogramas
L	leigos
LDC	<i>Lithium disilicate ceramic</i> (cerâmica a base de dissilicato de lítio)
LT	<i>low translucency</i> (baixa translucidez)
min	minuto
mm	milímetros
MO	<i>medium opacity</i> (opacidade média)
mW	megaWatt
N	número de elementos da população
n	número amostral
nm	nanômetro
PICN	<i>Polymer-infiltrated ceramic-network</i> (material híbrido- cerâmica infiltrada por polímero)
PT	<i>perceptibility threshold</i> (limiar de perceptibilidade)
RS	Rio Grande do Sul
S	estudantes de odontologia
s	segundo
SRI	sistema restaurador indireto
T	técnico em prótese
TP	<i>translucency parameter</i> (parâmetro de translucidez)
T%	transmitância direta (em percentagem)
VC	Vita Classical

WI _D	<i>whiteness index for dentistry</i> (índice de clareamento para odontologia)
YLD-T	sistema cerâmico de duas camadas composto por infraestrutura a base de zircônia recoberta por cerâmica feldspática aplicada do modo tradicional (estratificação).
YZW	sistema cerâmico monolítico a base de zircônia translúcida
WAT	<i>whiteness acceptability threshold</i> (limiar de aceitabilidade para o índice de clareamento)
WPT	<i>whiteness perceptibility threshold</i> (limiar de perceptibilidade para o índice de clareamento)
α	alfa (erro estatístico do tipo I)
ΔE	diferença de cor
ΔE_{ab}^*	diferença de cor obtida pela equação CIELAB
ΔE_{00}	diferença de cor obtida pela equação CIEDE2000

RESUMO

Esse estudo avaliou a capacidade de mascaramento de substratos escurecidos utilizando sistemas restauradores indiretos (SRI). Foram confeccionados corpos de prova (CP; 1,5 mm) a partir de cinco SRI diferentes: CAD-on (Zenostar + Crystall/Connect + IPS e.max® CAD); YLD-T (IPS e.max® ZirCAD + IPS e.max® Ceram); LDC (IPS e.max® CAD); YZW (Zenostar); PICN (Enamic). CP foram acoplados (CP-A) com uma pasta teste ou cimentados (CP-C) com um cimento resinoso de dupla polimerização, ambos da mesma cor, sobre substratos (Natural Die Material) de três tonalidades diferentes (n=5). Amostras de cimento resinoso e pasta *try in* (1mm; n=5) também foram confeccionadas. As coordenadas de cor foram obtidas utilizando um espectrorradiômetro sobre fundo branco, com padronização das condições de iluminação e geometria óptica de 0/45°. A diferença de cor (ΔE) entre os CP-A e CP-C sobre três cores de substrato e entre CP-A e CP-C foi calculada utilizando as métricas CIELAB e CIEDE2000. A translucidez dos SRI foi avaliada utilizando o parâmetro de translucidez (TP). O índice de clareamento (WI_D), o TP e o ΔE entre as amostras de cimento resinoso e pasta *try in* foram avaliados. Os valores de ΔE foram considerados conforme os limiares de perceptibilidade (PT) e aceitabilidade (AT), e analisados estatisticamente usando análise de variância (ANOVA) e teste Tukey ($\alpha=0,05$). Houve diferenças significativas do TP entre os grupos ($p \leq 0,05$), exceto entre CAD-on e LDC ($p > 0,05$). YLD-T apresentou os menores valores de TP e ΔE sendo o único abaixo de AT, para ambos CP-A e CP-C. Os valores de ΔE entre CP-A e CP-C ficaram abaixo de AT em ambas as métricas, exceto por um valor. Diferenças nos valores do WI_D , TP e ΔE foram encontrados entre as amostras do cimento resinoso e a pasta teste. O YLD-T mostrou ser o mais adequado para o mascaramento de substratos escurecidos, com base na translucidez e baixos valores ΔE .

Palavras-chave: cor, materiais dentários, cerâmica, restauração dentária permanente.

ABSTRACT¹

This study evaluated the masking ability of discolored substrates using Indirect Restorative Systems (IRS). Specimens (1.5 mm) were prepared from five different IRS: CAD-on (Zenostar + Crystall / Connect + IPS e.max CAD); YLD-T (IPS e.max ZirCAD + IPS e.max Ceram); LDC (IPS e.max CAD); YZW (Zenostar); PICN (Enamic). Specimens (n= 5) were coupled (A) with a try-in paste or cemented (C) with a dual-cured resin cement, both having matching colors, on three different shades of substrate (Natural Die Material). Samples of resin cement and try-in paste (1mm thick; n=5) were also made. Color coordinates were obtained using a spectroradiometer on a white background, using standard lighting conditions and optical geometry of 0/45°. Color differences (ΔE) of all specimens (A and C) on each colored substrate and between A and C specimens were calculated using the CIELAB and CIEDE2000 metrics. Translucency of IRS was evaluated using the translucency parameter (TP). Whiteness index for dentistry (WI_D), TP and ΔE between specimens of resin cement and try-in paste were evaluated. Values of ΔE were associated to the perceptibility (PT) and acceptability (AT) thresholds, and statistically analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey test ($\alpha= 0.05$). There were significant differences on TP among the IRS, except between CAD-on and LDC ($p> 0.05$). YLD-T showed the lowest TP and ΔE values, being the only IRS below AT for both A and C specimens. All ΔE values between A and C specimens were below AT for both metrics (CIELAB and CIEDE2000), except for one situation. Differences in WI_D , TP and ΔE values were found between the resin cement samples and the try-in paste. YLD-T showed the best masking ability to discolored substrates.

Key words: color, dental materials, ceramics, translucency.

¹ Masking ability of discolored backgrounds by indirect restoration materials

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda pela estética na odontologia, o uso de materiais livres de metal para melhorar a aparência dental tem apresentado um crescimento significativo nas últimas décadas. Diante disso, um dos maiores desafios contemporâneos na área, é a reprodução de estruturas naturais a partir de restaurações artificiais (Poggio *et al.*, 2017). No que diz respeito às exigências estéticas atuais, desconforto com relação a cor dos dentes é, sem dúvida, um dos principais motivos que levam os pacientes à procura de uma estética mais agradável. Esse fenômeno psicofísico, complexo e subjetivo, pode ser percebido de diferentes formas dependendo do objeto, fonte de iluminação e o observador (van Noort, 2010). Na odontologia restauradora indireta, a cor é influenciada por fatores como a translucidez, a textura superficial, e a espessura do material, assim como dos agentes cimentantes utilizados (Dozic *et al.*, 2003; Kürklü *et al.*, 2013). Além disso, a coloração do substrato em uma reabilitação, é considerada um importante fator que influencia na aparência final das restaurações (Raptis *et al.*, 2006).

Em muitos casos clínicos, o sucesso estético com o uso de materiais restauradores, em especial os livres de metal, depende da capacidade de mascarar a cor desfavorável de substratos escurecidos, e ainda assim, proporcionar naturalidade final ao caso. Endodontias inadequadas, retentores intrarradiculares e estruturas metálicas de

implantes, resultam em substratos escurecidos (Shono e Nahedh, 2012; Dede *et al.*, 2016). Continuamente, fabricantes apontam técnicas e materiais para mascarar substratos indesejáveis, resultando em uma restauração de aparência próxima ao dente natural, contudo, ainda há pouca ou nenhuma comprovação científica indicando a real capacidade de mascaramento desses métodos e sistemas restauradores.

Em pesquisas de cor, por ser uma ciência subjetiva dependente da percepção humana, a utilização de instrumentos como espectrorradiômetros, espectrofotômetros e colorímetros são fundamentais para tornar as avaliações mais objetivas (Wee *et al.*, 2005; Yuan *et al.*, 2012). No que diz respeito a colorimetria dos materiais odontológicos, a Comissão Internacional de Iluminação (CIE- *Commission Internationale de l'Eclairage*) tradicionalmente está envolvida, pois foi responsável por introduzir o espaço de cor CIELAB, diferença de cor (ΔE) e padrões de iluminação utilizados na ciência da cor. Com isso, as cores podem ser quantificadas a partir das coordenadas de cor CIE $L^*a^*b^*$ (L^* : eixo da luminosidade; a^* : eixo vermelho-verde; b^* : eixo amarelo-azul) e as diferenças de cor (ΔE) calculadas com base nas equações preconizadas pela CIE (CIELAB e CIEDE2000). Quanto maior for o valor de ΔE obtido por essas métricas, maior a percepção da diferença de cor pelo observador (CIE, 2004).

Além da cor, a translucidez é outra propriedade óptica de extrema importância a ser considerada na odontologia. Situada entre o total opaco e o total transparente, a translucidez propicia naturalidade às restaurações (Pecho *et al.*, 2012; Della Bona *et al.*, 2014). As principais formas para determinação da translucidez de um material são: parâmetro de translucidez (TP), razão de contraste (CR) e transmitância (T%).

Amplamente o método mais utilizado, o TP é determinado pela diferença de cor do mesmo objeto sobre os fundos preto e branco e quanto maior o resultado obtido, maior a translucidez do material (Johnston *et al.*, 1995; Powers *et al.*, 1978; Brodbelt *et al.*, 1980).

Tanto ΔE (Chu *et al.*, 2004; Begum *et al.*, 2014; Basso *et al.*, 2017), como TP (Kim *et al.*, 2007; Takenaka *et al.*, 2007) são utilizados para avaliar a capacidade de mascaramento de diferentes materiais restauradores. Contudo, não há um consenso sobre qual metodologia seria padrão para avaliar essa propriedade.

O uso dos cimentos resinosos com cor, como mencionado anteriormente, é considerado outro aspecto importante na obtenção de um resultado final mais favorável (Kürklü *et al.*, 2013). Atualmente, há inúmeros sistemas e cores de cimentos para compensar ou mascarar colorações indesejáveis. Diante disso, os fabricantes adicionaram aos *kits* de cimentação as pastas testes (*try-in*), para que o profissional possa provar a restauração indireta antes da cimentação final. Porém a correspondência da cor entre a pasta teste e os cimentos resinosos geram controvérsias na literatura (Xing *et al.*, 2010; Rigoni *et al.*, 2012).

Recentemente, a técnica de desenho e manufatura auxiliados por computador (CAD-CAM- *Computer-aided design / Computer-aided manufacturing*) têm se tornado cada vez mais popular na odontologia. As principais razões para a introdução dessa tecnologia são a facilidade, rapidez, maior resistência e obtenção de restaurações com aparência natural. Os principais materiais restauradores fabricados a partir do CAD-CAM são as cerâmicas a base de leucita, dissilicato de lítio e zircônia, e também materiais híbridos de cerâmica e polímero (Davidowitz e Kotick, 2011; Della Bona *et al.*, 2014a). Recentemente,

na busca de aliar estética e resistência com o uso do CAD-CAM, associações de diferentes cerâmicas foram introduzidas no mercado. Atualmente, como exemplo, dispomos do sistema CAD-on (Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein), fabricado a partir de uma infraestrutura a base de zircônia recoberta por uma cerâmica a base de dissilicato de lítio, unidas por um vidro de fusão (Basso *et al.*, 2015). Propriedades mecânicas dessas restaurações multicamadas vêm sendo avaliadas (Basso *et al.*, 2015; Alessandretti *et al.*, 2017), contudo, o comportamento óptico desses sistemas, ainda é pouco conhecido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A crescente importância da estética na odontologia está aliada ao uso de materiais restauradores com potencial para imitar a aparência dental. Esses materiais são a base de cerâmica, resina ou um composto desses (Peumans *et al.*, 2000; Della Bona, 2009; Xing *et al.*, 2010; Pires *et al.*, 2016).

Dentre os fatores que influenciam na estética dental, além da forma, textura superficial e espessura da restauração, as propriedades ópticas (translucidez, opacidade e fluorescência) e a cor inerentes aos materiais, são fundamentais na reprodução de um resultado harmonioso (Chu, 2007).

2.1 Cor

A cor é muito mais do que algo físico, é uma sensação (Nassau, 1997). Os três pilares da cor são: fonte de luz, objeto e observador. Uma fonte de luz pode ser caracterizada pela sua distribuição de energia em diferentes comprimentos de onda no espectro. Quando a luz incide sobre um objeto, dependendo das propriedades físicas do mesmo, a luz é modificada por reflexão, dispersão, absorção e transmissão. A cor de um objeto depende da sua reflectância espectral, isto é, a quantidade de luz incidente que é refletida a partir da superfície em diferentes comprimentos de onda. Quando a luz atinge os olhos do

observador, sua energia é absorvida pelos fotorreceptores na retina e convertida em um sinal que é interpretado pelo cérebro (Hunt, 1998).

A seleção visual de cor na odontologia através de escalas de cores, é o método mais comumente utilizado na busca da reprodução da cor de um dente natural, e é considerada um processo subjetivo e complexo (Della Bona *et al.*, 2009; Della Bona *et al.*, 2015). Variáveis fisiológicas, como a fadiga ocular e o nível de experiência, e fatores ambientais, como as condições de iluminação podem afetar a correta interpretação da cor pelo observador (Azer *et al.*, 2006). Com o intuito de minimizar essas variantes, diminuindo inconsistências e imperfeições da avaliação visual, foram desenvolvidos instrumentos para melhorar a seleção de cor em odontologia (Wee *et al.*, 2005; Della Bona *et al.*, 2009; Yuan *et al.*, 2012).

A verificação instrumental de cor pode ser realizada com auxílio de alguns aparelhos, tais como: espectrofotômetros, colorímetros e espectrorradiômetros. Colorímetros são úteis para quantificar diferenças de cor entre duas amostras laboratoriais. Eles são mais fáceis de utilizar e mais baratos que os outros aparelhos, no entanto, o desgaste dos filtros e objetos sob iluminação variável podem prejudicar a acurácia desses instrumentos (Kim-Pusateri *et al.*, 2007). Por isso, a maioria dos estudos que mensuram a cor na odontologia utilizam espectrofotômetros e espectrorradiômetros. A grande vantagem do uso de um espectrorradiômetro, é a habilidade em mensurar a cor sem estar em contato com o objeto e reproduzir as mesmas condições experimentais da avaliação visual. Dentes humanos são pequenos e apresentam irregularidades superficiais, e isso se torna uma desvantagem na utilização dos instrumentos de contato, como no caso dos

espectrofotômetros. Por mais que os espectrofotômetros utilizam algoritmos diferentes para ajustar a dispersão de luz através de diferentes materiais como dentes, coroas e escalas de cor, é difícil conseguir uma compensação completa, produzindo dessa forma uma fonte de erro significativa (Della Bona *et al.*, 2009; Perez *et al.*, 2011; Pecho *et al.*, 2016a).

A CIE, envolvida também na colorimetria dos materiais dentários, foi responsável por introduzir a classificação dos sistemas de iluminação, o espaço de cor CIELAB e os conceitos de diferença de cor (ΔE) na ciência geral da cor. Quando consideramos o espaço de cor CIELAB (L^* : eixo da luminosidade; a^* : eixo vermelho-verde; b^* : eixo amarelo-azul), a métrica de diferença de cor CIELAB (ΔE_{ab}^*) é considerada padrão no cálculo de diferença de cor entre dois objetos ou entre dois momentos diferentes de avaliação. Quanto maior o valor de ΔE_{ab}^* , maior é a diferença de cor entre as duas avaliações (CIE, 2004; Pecho *et al.*, 2016a).

Com o objetivo de minimizar a variabilidade entre as avaliações visual e instrumental de cor, a CIE propôs o desenvolvimento de uma nova métrica: a CIEDE2000 (ΔE_{00}). Essa métrica contempla diferenças em luminosidade, saturação e matiz (L' , C' e H' , respectivamente) e correções para fatores não uniformes (S_L , S_C e S_H), conhecidos como fatores de correção, e fatores paramétricos (K_L , K_C e K_H) que consideram a influência da iluminação e as condições de visualização para a avaliação de um objeto. Finalmente, considera-se a função de rotação (R_T) para a interação entre as diferenças de saturação e matiz na região azul (Luo e Rig, 2001; CIE, 2004).

Mesmo com essas informações, a maioria dos estudos realizados que avaliam a diferença de cor, ainda continuam utilizando como padrão a métrica ΔE_{ab} . No entanto, a tendência é que gradativamente ocorra a substituição pela métrica CIEDE2000 (ΔE_{00}), visto que pesquisas comparando as duas métricas, demonstram melhor correspondência entre as avaliações visual e instrumental utilizando CIEDE2000 (Ghinea *et al.*, 2010; Paravina *et al.*, 2015; Pecho *et al.*, 2016a; Pecho *et al.*, 2016b; Gómez-Polo *et al.*, 2016, Pecho *et al.*, 2017; Basso *et al.*, 2017). Além disso, um estudo (Pecho *et al.*, 2016a) sugere uma modificação de um fator paramétrico na equação padrão CIEDE2000 (1:1:1), onde $K_L=1$, $K_C=1$ e $K_H=1$, para CIEDE2000 (2:1:1), com valor de $K_L=2$. Essa modificação na métrica deixou ainda mais próximo os resultados instrumentais da percepção visual.

A simples determinação de uma diferença de cor entre dois objetos ou de dois momentos de avaliação pode ser irrelevante clinicamente. Por isso os limiares de perceptibilidade (PT- *perceptibility threshold*) e aceitabilidade (AT- *acceptability threshold*), foram inseridos na colorimetria para que essas quantificações possam ser comparadas a limiares pré-definidos e, conseqüentemente, relacionar-se com a avaliação visual (Ghinea *et al.*, 2010). Para a odontologia, PT é definido como a diferença de cor perceptível entre duas amostras e AT é se essa diferença é aceitável esteticamente (Khashayar *et al.*, 2014; Paravina *et al.*, 2015). Vários estudos foram realizados na tentativa de propor valores de ΔE para PT e AT. Um estudo prospectivo, envolvendo oito centros de pesquisa de quatro continentes, finalmente definiu esses limiares para as métricas CIELAB e CIEDE2000. A radiância espectral de 63 amostras de cerâmicas monocromáticas foram aferidas através de

um espectrorradiômetro (SpectraSacan PR-704, Photo Research, Chatsworth, CA, EUA) sob iluminação D65. Sessenta pares de amostras, divididos em 3 conjuntos de 20 pares de acordo com a cor (médio para claro, médio para escuro e escuro), foram organizados para o experimento. Em cada centro, 25 indivíduos sem problemas de visão foram voluntários em 5 grupos: dentistas (D), estudantes de odontologia (S), auxiliares de dentistas (A), técnicos em prótese (T) e leigos (L). A frequência da percepção e aceitabilidade das diferenças de cor foram determinadas pela computação das respostas para as seguintes perguntas: “Você vê diferença na cor entre as duas amostras?” Em caso de resposta afirmativa, uma segunda pergunta era realizada: “Você aceita essa diferença?” Os valores de PT 50:50% e de AT 50:50% foram determinados para as duas métricas (CIELAB e CIEDE2000). Esses valores foram de 1,2 (PT) e 2,7 (AT) para ΔE_{ab}^* , e de 0,8 (PT) e 1,8 (AT) para ΔE_{00} . Houve diferença nos grupos D, A, T e L para o PT e diferenças nos grupos T e L para o AT, mas a média geral de valores ficou muito semelhante a percepção dos S (Paravina *et al.*, 2015). Os valores de PT (1,2) e AT (2,7) para ΔE_{ab}^* foram incorporados pela norma ISO (ISO/TR 28642:2016).

2.2 Translucidez

A aparência natural de restaurações dentais não visa somente os parâmetros de cor, tamanho, forma e textura superficial, mas também outra propriedade óptica, a translucidez (Kürklü *et al.*, 2013). A translucidez, que é descrita como o estado entre o opaco e o transparente, é um dos fatores que influenciam na estética dental, pois é essa propriedade que promove naturalidade às restaurações (Johnston *et al.*,

1995; Pecho *et al.*, 2012; Nogueira e Della Bona, 2013; Della Bona *et al.*, 2014; Pecho *et al.*, 2016b; Basso *et al.*, 2017). Quando um material translúcido é posicionado frente a uma fonte de luz, alguns fenômenos podem resultar dessa interação, tais como: reflexão especular, reflexão difusa, absorção, refração (*scattering*) e transmissão. A luz resultante da interação desses fenômenos será percebida pelo observador como a cor e aparência do objeto (Ragain e Johnston, 2001).

Todos os sistemas cerâmicos apresentam diferentes composições, microestruturas, conteúdos cristalinos e fases, que influenciam na quantidade de luz que vai ser absorvida, transmitida e refletida por um objeto (Della Bona *et al.*, 2014). Com relação à microestrutura, o conteúdo cristalino e presença ou não de fase amorfa, são os principais fatores de influência (Ragain e Johnston, 2001; Massound, 2002; Azer *et al.*, 2006; Pires *et al.*, 2016). Sistemas cerâmicos com maior conteúdo cristalino para aumentar a resistência a fratura são, frequentemente, usados para infraestrutura, pois apresentam melhores propriedades mecânicas, porém são, geralmente, mais opacos (Heffernan *et al.*, 2002). Por outro lado, cerâmicas com maior translucidez, promovem melhores resultados estéticos por permitirem a transmissão de luz, reduzindo a reflexão. No entanto, esses materiais favorecem a percepção da cor do substrato e/ou agente cimentante, o que pode oferecer um problema quando a cor da camada subjacente for inadequada, como em casos de substratos escurecidos (Raptis *et al.*, 2006; Dede *et al.*, 2016; Basso *et al.*, 2017). Por isso a translucidez é um dos fatores mais críticos na escolha de um material restaurador.

Em busca de avaliar o grau de translucidez dos materiais, três métodos são frequentemente utilizados para quantificar essa

propriedade: razão de contraste (CR), transmitância direta (T%) e parâmetro de translucidez (TP). CR é a razão da refletância de um mesmo objeto sobre um fundo preto e branco. Os valores desse método variam de 0 (material transparente) a 1 (totalmente opaco). T% é a mensuração da quantidade de luz que passa através do objeto em todos os comprimentos de onda da luz visível (400 a 780 nm). TP é a diferença de cor do mesmo objeto aferido sobre um fundo preto e branco e corresponde diretamente com a avaliação visual da translucidez. Os valores de TP são inversamente proporcionais aos valores de CR, ou seja, quanto maior o valor de TP, mais translúcido é o material (Johnston *et al.*, 1995).

2.3 Sistemas Restauradores

As cerâmicas feldspáticas (porcelanas), amplamente utilizadas no recobrimento de infraestruturas, são predominantemente vítreas e baixo conteúdo cristalino. A leucita, é a partícula mais comum da fase cristalina de porcelanas dentárias e foi introduzida para conferir melhores propriedades mecânicas e auxiliar para que o coeficiente de expansão térmico (CET) desse material tenha comportamento semelhante ao CET das infraestruturas. Além disso, a leucita apresenta um comportamento óptico favorável, visto que seu índice de refração é similar ao da matriz vítrea, proporcionando dessa forma excelentes resultados estéticos (Rasseto *et al.*, 2004). Tradicionalmente fabricada pelo método de estratificação, usando pó e líquido, as restaurações de porcelana são versáteis (utilizadas para laminados cerâmicos e coberturas de infraestruturas) e as mais translúcidas, resultando em um

aspecto de dente natural, porém são as mais frágeis e sensíveis a técnica (McLaren e Figueira 2015).

Seguindo a mesma linha de materiais com baixo índice de refração e ótimas propriedades ópticas, as cerâmicas a base de dissilicato de lítio, mesmo com seu alto conteúdo cristalino (em torno de 70%) pode apresentar alto grau de translucidez. Os cristais de dissilicato de lítio apresentam forma afilada e tamanho reduzido proporcionando um bom volume fracional e boas propriedades mecânicas (Giordano e McLaren, 2010). Assim como as porcelanas, as cerâmicas a base de dissilicato de lítio são ácido-sensíveis, favorecendo a união micromecânica e a adesividade (Della Bona, 2009). Atualmente, apresenta uma alta popularidade visto que é um material extremamente versátil por apresentar características ópticas e mecânicas favoráveis e pela indicação clínica na forma de coroas monolíticas, infraestruturas, próteses fixas de até 3 elementos e facetas (Della Bona, 2009; Gracis et al., 2015; McLaren e Figueira 2015).

As cerâmicas policristalinas caracterizam-se pela alta resistência estrutural. Dentro desse grupo, a cerâmica a base de zircônia (ZrO_2) é a mais popular. Microestruturalmente, há um contato íntimo entre os cristais de zircônia e ausência de matriz vítrea o que implica em alta opacidade e a consequente indicação para dentes posteriores e infraestruturas. A zircônia é parcialmente estabilizada pela adição de pequenas quantidades de óxidos metálicos como a ítria (Giordano e McLaren, 2010). Recentemente, tem ocorrido um desenvolvimento de zircônias com diferentes tonalidades e maior grau de translucidez, proporcionando maior estética. Essa maior translucidez das cerâmicas a base de zircônia tem sido obtida pela redução de poros e impurezas, que

produzem diferentes índices de refração e conduzem dispersão óptica na superfície do material, e pela modificação da forma e tamanho dos cristais de zircônia, o que implica na alteração da temperatura de sinterização (Harada *et al.*, 2016). Com isso, a zircônia translúcida não é somente utilizada como infraestrutura a ser recoberta por uma porcelana, mas também pode ser confeccionada como uma estrutura única (monolítica), a partir de um bloco para CAD-CAM (Gracis *et al.*, 2015).

Uma das principais limitações em restaurações cerâmicas é a propagação de trincas estruturais que pode produzir lascamentos e falhas catastróficas. Como uma tentativa de minimizar esse problema, tem sido desenvolvido novos materiais híbridos ou compósitos a base de cerâmica infiltrada por polímero (PICN), com módulo de elasticidade mais similar à estrutura dentária e propriedades estéticas similares às cerâmicas (Della Bona *et al.*, 2014a). Um exemplo desse material híbrido é o Enamic (Vita) que apresenta uma rede cerâmica (75% do volume) infiltrada por polímero a base de UDMA e TEGDMA (25% do volume) (Gracis *et al.*, 2015). A caracterização microestrutural e mecânica foi avaliada (Della Bona *et al.*, 2014a; Goujat *et al.*, 2017), entretanto, o estudo das características ópticas desses materiais ainda é reduzido na literatura (Pop-Ciutrla *et al.*, 2016).

Sen e Us (2017), avaliaram a translucidez de materiais monolíticos para sistemas CAD-CAM. CP com espessura de 1,2 mm (n=30) de cinco materiais diferentes (Lava Ultimate, Enamic, Vitablocs Mark II, Vita Suprinity e IPS e.max CAD) foram avaliados quanto a translucidez (TP) e a microestrutura e composição química foram analisadas usando espectrometria por energia dispersiva de RaioX (EDS) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). O Enamic apresentou a

menor translucidez e o Suprinity (cerâmica a base de silicato de lítio reforçada por zircônia) mostrou ser o material mais translúcido e de maior resistência.

Importante ressaltar que a espessura é um dos principais fatores que influenciam na translucidez dos materiais restauradores (Arimoto *et al.*, 2010; Kürklü *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2016; Jeong *et al.*, 2016; Awad *et al.*, 2015). Dos inúmeros estudos que avaliaram esse fator, ficou comprovado que, independente do material, com o aumento da espessura ocorre diminuição da translucidez e vice-versa (Boscato *et al.*, 2015; Basso *et al.*, 2017; Tabatabaian *et al.*, 2017).

2.4 Métodos de fabricação de restaurações indiretas

A utilização da tecnologia de CAD-CAM como método de fabricação de restaurações indiretas é cada vez mais comum na odontologia (Davidowitz e Kotick, 2011; Della Bona *et al.*, 2014b; Awad *et al.*, 2015). Esse sistema foi desenvolvido para proporcionar mais facilidade, agilidade e rapidez na confecção das restaurações (Dunn, 2008; Della Bona, 2009; Davidowitz e Kotick, 2011). Além disso, a utilização do CAD-CAM permitiu a confecção de restaurações minimizando a presença de defeitos internos e imperfeições originadas pela fabricação por outros métodos (van Noort, 2012; Della Bona *et al.*, 2014). A partir de um escaneamento do modelo ou diretamente em boca, as informações são passadas para o computador, onde é realizado o design da restauração e o comando para a usinagem de blocos de diversos sistemas (cerâmicos, híbridos e compósitos), cores e níveis de translucidez e opacidade. Essa tecnologia diminuiu a dependência dos cirurgiões dentistas aos protéticos, mas a importância do conhecimento

das propriedades ópticas dos materiais, como a translucidez, se fez necessário na reprodução mais próxima de um dente natural (Otto e Nisco, 2002; Della Bona, 2009; Li *et al.*, 2014; Awad *et al.*, 2015).

Diante das inúmeras vantagens fornecidas pelo sistema CAD-CAM, algumas desvantagens também acometem esse sistema: o alto custo inicial do equipamento e a necessidade de treinamento. Além disso, os profissionais necessitam de um grande volume de restaurações para compensar o custo da tecnologia. Em alguns casos, o escaneamento em boca não consegue ser bem detalhado (término muito subgingival ou presença de fluidos e sangramento), necessitando de moldagem convencional (Davidowitz e Kotick, 2011).

As cerâmicas a base de dissilicato de lítio e de zircônia são as mais utilizadas no sistema CAD-CAM. As restaurações podem ser de dois tipos estruturais: a monolítica, onde a restauração é usinada em uma única camada e as características ópticas podem ser melhoradas por maquiagem; e a restauração em multicamada onde uma infraestrutura é usinada e outra(s) camada(s) é (são) adicionada(s) por estratificação, prensagem ou através do uso da tecnologia CAD-CAM (Harada *et al.*, 2016).

Della Bona *et al.* (2015) com o objetivo de investigar a refletância espectral e parâmetros de cor de sistemas cerâmicos CAD-CAM e avaliar a diferença de cor entre esses sistemas e a correspondência com a escala de cor Vita Classical (VC), fabricaram amostras com 1 mm de espessura nas cores A1, A2 e A3 (n=5) a partir de cerâmicas usinadas por CAD-CAM (IPS e.max CAD LT e HT, IPS Empress CAD LT e HT, Paradigm C e VITABLOCS Mark II). A refletância espectral e as coordenadas de cor das amostras cerâmicas e

das guias da escala de cor foram mensuradas com o uso de um espectroradiômetro (SpectraScan PR-704) dentro de uma cabine específica sob iluminação D65. A diferença de cor foi calculada usando as fórmulas CIELAB e CIEDE2000 e comparadas com limiares de perceptibilidade e aceitabilidade. Nenhum sistema cerâmico apresentou correspondência com a escala de cor VC. Além disso, alguns sistemas cerâmicos mostraram diferenças de cor imperceptíveis entre as cores A2-A3 e diferenças aceitáveis de cor entre A1-A2 e A2-A3.

2.5 Substratos

Estudos mostram que as cores dos substratos influenciam na cor final das restaurações, e que o grau de translucidez do material deve ser levado em conta no momento da escolha. Diante disso, a importância da capacidade de mascaramento de substratos com tonalidades escurecidas através de materiais restauradores com diferentes composições, microestruturas e espessuras, vêm se tornando fundamental na obtenção de uma estética desejável (Xing *et al.*, 2010; Pires *et al.*, 2016; Dede *et al.*, 2016; Basso *et al.*, 2017).

Alguns materiais e produtos usados em procedimentos odontológicos quando em contato com a dentina, apresentam o potencial de causar descoloração e escurecimento dental. Alguns exemplos são: restaurações de amalgama e IRM; antibióticos a base de tetraciclina durante a formação dentária; endodontias inadequadas pelo excesso de resíduos obturadores na câmara pulpar (Vogel *et al.*, 1977; Burgt *et al.*, 1985). Meincke *et al.* (2013) avaliaram a influência da ação dos seladores remanescentes na cor dental. Para isso, quarenta dentes humanos extraídos unirradiculares foram tratados endodonticamente,

deixando excessos de materiais obturadores nas cavidades pulpares. Os corpos de prova foram divididos em 4 grupos (n=10) de acordo com diferentes cimentos usados nas obturações. A determinação de cor foi realizada por um espectrofotômetro que mensurou as coordenadas de cor antes do tratamento, 24 h após e 6 meses após os procedimentos. As mudanças de cor foram observadas em todos os grupos, e o cimento S26 produziu a maior média nos valores de diferença de cor após seis meses, confirmando que materiais obturadores remanescentes afetam a cor dental e produzem escurecimentos esteticamente inaceitáveis.

2.6 Agentes de cimentação

AlGhazali *et al.* (2010), usando um espectrofotômetro (Vita Easyshade), avaliaram a diferença de cor de facetas de porcelana utilizando uma pasta teste e cimento resinoso sem fotopolimerizar e fotopolimerizado, concluíram que houve diferenças significantes na cor final comparando a pasta teste e o cimento resinoso fotopolimerizável da mesma tonalidade. Em relação a diferença de cor entre o cimento polimerizado e não polimerizado, os valores ΔE situaram-se abaixo do limiar de aceitabilidade a qual o estudo se baseou ($\Delta E_{ab}^*=5,5$), sendo considerado visualmente aceitável. Portanto a correspondência entre a cor da pasta teste e do cimento resinoso deve ser avaliada com cautela, principalmente quando o cimento exerce uma influência na cor final do caso clínico. Em concordância com esse estudo, Rigoni *et al.* (2012) também encontraram diferenças de cor entre algumas pastas testes e seus respectivos cimentos.

Outro estudo avaliou cinco cores de cimento resinoso (RelyX Veneer) e suas respectivas pastas teste entre discos de cerômero

(Ceramege, cor A2, Shofu inc.) com espessura de 1 mm e discos de resina composta com 3 mm de espessura, concluindo que não houve diferença na percepção de cor entre o cimento resinoso e a pasta para prova. Esse estudo usou a equação ΔE_{ab}^* e limiar de perceptibilidade de 2. Os autores também observaram que a espessura e o tipo de cimento influenciaram na cor final das facetas em cerômero, e que a cor dos cimentos resinosos e pastas testes apresentam elevada correspondência de cor (Xing *et al.*, 2010).

2.7 Capacidade de Mascaramento

Conceituado como a habilidade de um objeto em bloquear (mascarar) a cor de alguma estrutura subjacente a ele, a capacidade de mascaramento é muito útil em odontologia e é um fator tão importante quanto os outros abordados anteriormente (propriedade ópticas dos materiais, cor, textura superficial e forma). A capacidade de mascaramento de um material deve ser levada em consideração principalmente quando precisamos realizar restaurações sobre dentes escurecidos, machados ou estruturas metálicas (pinos ou estruturas sobre implantes), sendo um desafio clínico ainda maior quando a opção restauradora envolver cerâmica pura (Basso *et al.*, 2017). Fatores como a translucidez, a espessura da restauração e a composição dos materiais interferem diretamente na capacidade de mascaramento (Heffernan *et al.*, 2002; Gracis *et al.*, 2015; Dede *et al.*, 2016).

Estudos (Tabela 1) que avaliam a capacidade de mascaramento dos materiais restauradores, utilizam dois métodos de análise: a diferença de cor (ΔE) e o parâmetro de translucidez (TP).

Tabela 1. Estudos e métodos utilizados na avaliação da capacidade de mascaramento (masking ability).

Estudos	Método utilizado
Tabatabaian <i>et al.</i> , 2018	ΔE_{ab}^*
Basso <i>et al.</i> , 2017	ΔE_{00} e TP
Tabatabaian <i>et al.</i> , 2017	ΔE_{ab}^*
Dede <i>et al.</i> , 2016	ΔE_{00}
Tabatabaian <i>et al.</i> , 2016	ΔE_{ab}^*
Oh e Kim, 2015	ΔE_{ab}^* e TP
Boscatto <i>et al.</i> , 2015	ΔE_{ab}^* e TP
Begum <i>et al.</i> , 2014	ΔE_{ab}^*
Farhan <i>et al.</i> , 2014	ΔE_{ab}^*
Choi e Razzoog, 2013	ΔE_{ab}^*
Shono e Al Nahed, 2012	ΔE_{ab}^*
Chaiyabutr <i>et al.</i> , 2011	ΔE_{ab}^*
Cubas <i>et al.</i> , 2011	ΔE_{ab}^*
Takenaka <i>et al.</i> , 2009	TP
Kim <i>et al.</i> , 2009	TP
Chu <i>et al.</i> , 2007	TP
Okamura <i>et al.</i> , 2004	ΔE_{ab}^*
Chu <i>et al.</i> , 2004	ΔE_{ab}^*
Zhang e Zhao, 2003	ΔE_{ab}^*

Tabatabaian *et al.* (2018), avaliaram a capacidade de mascaramento de infraestruturas em zircônia de diferentes espessuras (0,4 mm, 0,6 mm e 0,8 mm) sobre diferentes substratos. Todas as amostras foram pigmentadas com um líquido corante de cor A2, previamente a sinterização. Os substratos foram confeccionados nas cores A1, A2, A3.5 em resina composta, A3 em zircônia, níquel-cromo, metal dourado, amálgama, branco e preto. As coordenadas de cor das amostras sobrepostas nos diferentes substratos, sem qualquer agente interposto a eles, foram obtidas utilizando um espectrofotômetro. Para avaliar a capacidade de mascaramento, as diferenças de cor (ΔE_{ab}^*)

foram calculadas e analisadas usando os limiares de perceptibilidade ($\Delta E_{ab}^*=2,6$) e aceitabilidade ($\Delta E_{ab}^*=5,5$). Os valores de diferença de cor foram estatisticamente diferentes dependendo da espessura do material e cor do substrato. Foi concluído que infraestruturas com espessura mínima de 0,4 mm foram capazes de mascarar substratos A1, A3, A3.5 e metal dourado. Infraestruturas com espessuras de 0,6 mm e 0,8 mm mascararam substratos de amálgama e de níquel-cromo, respectivamente.

Um estudo avaliou o efeito do agente cimentante e da espessura do material restaurador fabricado a partir de dois sistemas cerâmicos (um a base de dissilicato de lítio e outro a base de leucita). Esse estudo mostrou que a espessura da cerâmica interfere na translucidez e na cor, e que a capacidade do material em mascarar um substrato escurecido é maior em restaurações com maior espessura. Além disso, os cimentos opacos apresentaram uma maior capacidade para mascarar a cor do fundo. Assim, dependendo do grau de escurecimento do remanescente, a espessura do material restaurador, a tonalidade e a translucidez do agente cimentante são parâmetros importantes a serem avaliados para obtenção de resultados estéticos mais favoráveis (Begum *et al.*, 2014).

Boscatto *et al.* (2015) avaliaram a capacidade de mascaramento (ΔE_{ab}^* e TP) e os efeitos ópticos utilizando combinações de porcelanas de cobertura de dentina e esmalte em diferentes espessuras (0,5 mm, 0,8 mm e 1 mm) sobre substratos de cores A2 e C4, concluíram que com o aumento da espessura e opacidade das cerâmicas (porcelanas de dentina), aumentou a capacidade de mascaramento dos substratos.

Chaiyabutr *et al.* (2011), em um estudo *in vitro*, avaliaram o efeito cumulativo da cor do substrato, o agente cimentante e a espessura das cerâmicas, no resultado óptico final de restaurações cerâmicas. Para

isso, coroas monolíticas de dissilicato de lítio (IPS e.max® CAD LT) de um incisivo central foram confeccionadas por CAD-CAM em quatro diferentes espessuras (1 mm, 1,5 mm, 2 mm e 2,5 mm). Os substratos foram produzidos através de um material resinoso (Natural Die Material – Ivoclar Vivadent), em cinco diferentes tonalidades: alta-translucidez (ND1), cor clara (ND3), cor média-clara (ND5), cor média-escura (ND7) e cor escura (ND9), onde a cor ND1 foi usado como controle simulando dentes clareados. Para a união das cerâmicas aos substratos, duas pastas testes (*Try-in* transparente e branco opaco, Ivoclar Vivadent) foram utilizadas, avaliando dessa forma a influência do cimento no resultado óptico final. A aferição das coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) de todas as combinações possíveis foi realizada com o uso de um espectrofotômetro (Crystaleye, Olympus America Corp) e a diferença de cor determinada pela métrica CIELAB. Os resultados mostraram que houve significante influência da cor do substrato, cor do cimento e espessura cerâmica ($p < .001$) nos valores de ΔE_{ab}^* . Substratos mais escurecido mostraram valores maiores na diferença de cor e com o aumento da espessura das cerâmicas houve menores valores ΔE_{ab}^* . Com relação ao efeito do cimento, os valores de ΔE_{ab}^* foram menores quando da utilização de cor opaca. Diante disso, o estudo concluiu que todos os fatores avaliados influenciam na percepção de cor em coroas fabricadas em dissilicato de lítio por CAD-CAM.

O efeito do componente protético na cor de diferentes sistemas cerâmicos foi avaliado usando discos com espessura de 1,5 mm na cor A2 fabricados com dissilicato de lítio (IPS e.max® MO- *Medium opacity* e HT- *high translucency*), alumina (VITA In-ceram Alumina) e zircônia (Zirkonzahn). Os substratos foram confeccionados também em

forma de disco com 2 mm de espessura a partir de zircônia, ouro-paládio e titânio que representavam componentes sobre implantes, e resina composta na cor A2, que simulava dentina. O efeito do agente cimentante foi simulado com o uso de um disco de 0,2 mm de espessura feito a partir de um cimento dual (RelyX Unicem, 3M ESPE). As amostras foram avaliadas individualmente e conjuntamente através de um espectrofotômetro (VITA Easyshade), determinando as coordenadas de cor e utilizando a métrica de diferença de cor CIEDE2000. Os resultados demonstraram que restaurações em dissilicato de lítio sobre componentes em titânio, apresentaram um $\Delta E_{00}=2,49$ (MO) e $\Delta E_{00}=2,46$ (HT), o que foi considerado inaceitável clinicamente segundo o limiar de aceitabilidade de Ghinea *et al.* (2010) utilizado no estudo (AT=2,25) , e que a zircônia como componente protético foi o mais adequado na capacidade de mascaramento (Dede *et al.*, 2016).

Azer *et al.* (2006), avaliaram a influência de diferentes cores de núcleos fabricados em resina composta e o efeito do cimento na cor final de uma restauração de cerâmica reforçada por leucita. Para isso foram confeccionados 64 discos de cerâmica (IPS Empress) com 1 mm de espessura e 64 discos com 4 mm de espessura com 4 diferentes tonalidades (A3, B3, C3 e D3) simulando diferentes cores de núcleos. Os discos foram cimentados com um cimento resinoso (Variolink II) de duas cores (A3 e transparente). As aferições das coordenadas L*, a* e b* foram feitas com um colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-200b) sob iluminação D65. A diferença de cor foi calculada e o AT utilizado foi de 2,6. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na cor final utilizando diferentes cores dos núcleos em resina composta ou tonalidades de cimentos. A média de diferença de cor entre os grupos

foi de 0,8. Portanto as diferentes tonalidades de núcleos e cimentos não afetaram significativamente a cor das restaurações cerâmicas.

3. PROPOSIÇÃO

3.1 Objetivo geral

Avaliar a capacidade de mascaramento de substratos escurecidos por diferentes sistemas restauradores indiretos.

3.2 Objetivos específicos

1. Avaliar a translucidez, usando o parâmetro de translucidez (TP), dos sistemas restauradores indiretos, testando a hipótese que o TP é influenciado pela natureza da estrutura dos sistemas restauradores indiretos;
2. Avaliar a diferença de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) usando pasta *try-in* para acoplar o mesmo sistema restaurador sobre substratos de três cores diferentes, testando a hipótese que a cor do substrato tem influência nos valores de diferença de cor;
3. Avaliar a diferença de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) no mesmo sistema restaurador cimentado sobre substratos de três cores diferentes, testando a hipótese que a cor do substrato tem influência nos valores de diferença de cor;

4. Comparar os resultados obtidos pelos objetivos específicos 2 e 3, testando a hipótese nula que a pasta teste e o cimento resinoso não apresentam diferença de cor perceptível.
5. Avaliar a translucidez, o índice de clareamento (WI_D) e a diferença de cor entre o cimento resinoso e a pasta teste, testando a hipótese nula que ambos os materiais não apresentam diferenças nesses parâmetros.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local de realização da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada no laboratório de pesquisa do Programa de Pós-Graduação no âmbito da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (UPF) e no laboratório de óptica da Faculdade de Ciências da Universidade de Granada (Espanha).

4.2 Delineamento

Trata-se de um estudo experimental laboratorial controlado, inserindo-se na linha de pesquisa de clínica odontológica baseada em evidências.

4.3 Fabricação dos corpos de prova

Cinco sistemas restauradores indiretos (SRI), na cor A1 ou correspondente, constituíram os grupos experimentais (figura 1):

- **CAD-on**: Baseado na técnica IPS e.max® CAD-on (Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein), estrutura em três camadas sendo uma infraestrutura a base de zircônia (Wieland Zenostar®) e uma cerâmica de

cobertura a base de dissilicato de lítio (IPS e.max® CAD HT) unidas por um vidro de fusão (IPS e.max® CAD-on Crystall./Connect).

- **YLD-T**: Estrutura em duas camadas sendo uma infra-estrutura cerâmica a base de zircônia (IPS e.max® ZirCAD) recoberta por uma porcelana feldspática (IPS e.max® Ceram).

- **LDC**: Estrutura monolítica de cerâmica a base de dissilicato de lítio (IPS e.max® CAD LT).

- **YZW**: Estrutura monolítica de cerâmica a base de zircônia (Wieland Zenostar®).

- **PICN**: Estrutura monolítica de material híbrido composto de cerâmica infiltrada por polímero (Vita Enamic®).

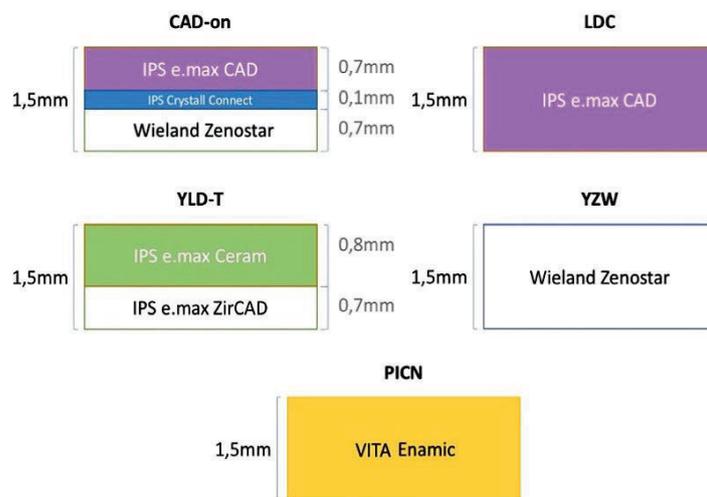


Figura 1: Desenho esquemático dos grupos experimentais com respectivas espessuras.

Cada um dos materiais restauradores utilizados para a fabricação dos corpos de prova (CP) dos cinco grupos experimentais está descrito na tabela 2.

Tabla 2. *Materiais restauradores utilizados no estudo.*

Material	Classificação	Indicação
IPS e.max® CAD A1 HT◇ e LT⊕*	Cerâmica a base de dissilicato de lítio	Infra-estrutura e recobrimento
IPS e.max® Ceram DAI*	Cerâmica vítrea de nano-fluorapatita	Recobrimento
IPS e.max® ZirLiner 1*	Cerâmica vítrea de baixa fusão	Conferir maior adesão à cobertura de porcelana
IPS e.max® ZirCAD MO0*	Zirconia tetragonal parcialmente estabilizada por ítria (Y-TZP)	Infra-estrutura
IPS e.max® CAD* Crystall./Connect*	Cerâmica Vítrea	Vidro de fusão
Wieland Zenostar MT0®*	Zircônia tetragonal parcialmente estabilizada por ítria (Y-TZP)	Infra-estrutura e monolítica
Zenostar® MT Color Liquid A1*	Colorante a base de água	Conferir cor à zircônia
Vita Enamic® 0M1HT‡	Composto híbrido: cerâmica infiltrada por polímero (PICN)	Monolítica

*Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein.

‡ Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha.

◇ Material utilizado para confecção do SRI CAD-on.

⊕ Material utilizado para confecção do SRI LDC.

Os CP (n=20) foram cortados a partir de blocos (IPS e.max® CAD, IPS e.max® ZirCAD e Vita Enamic®) e discos (Wieland Zenostar) para o sistema CAD-CAM, utilizando a cortadeira metalográfica (Minitom, Struers ApS, Copenhagen, Dinamarca), com disco diamantado sob refrigeração de água (figura 2). A percentagem de contração de cada um dos materiais foi considerada previamente ao corte (Tabela 3). Posteriormente, foi realizado o acabamento e polimento das amostras utilizando lixas de carbetto de silício (#400, 600, 800 e 1200) de tal maneira que todos os grupos apresentaram CP com espessuras adequadas (Tabela 3). As espessuras finais foram verificadas através de um paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo Corp., Tóquio, Japão).

Tabela 3. Espessuras inicial (após acabamento e polimento) e final e contração (em %) pós cristalização/sinterização dos CPs cerâmicos usados nesse estudo.

Material	Espessura inicial	Espessura final	Contração pós cristalização/sinterização
IPS e.max® CAD A1 LT	1,5 mm (LDC)	1,5 mm (LDC)	0%
IPS e.max® CAD A1 HT	0,7 mm (CAD-on)	0,7 mm (CAD-on)	0%
IPS e.max® Ceram DA1	0,9 mm (YLD-T)	0,8 mm (YLD-T)	11,1%
IPS e.max® ZirCAD MO0	0,9 mm (YLD-T)	0,7 mm (YLD-T)	22,2%
Wieland Zenostar MT0®	1,87 mm (YZW)	1,5 mm (YZW)	19,8%
	0,9 mm (CAD-on)	0,7 mm (CAD-on)	19,8%



Figura 2. Cortadeira metalográfica com disco diamantado sob lubrificação sendo usada para fatiar os blocos de CAD-CAM, nesse caso um bloco de IPS e.max CAD.

Para o grupo CAD-on, as fatias de infra-estrutura em zircônia (Wieland Zenostar®) foram sinterizadas (tabela 4) segundo a indicação do fabricante. Posteriormente, foi verificada a espessura final de cada fatia (0,7 mm) (Figuras 1 e 3) seguido de limpeza em banho sônico (VITASONIC II, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) com água destilada por 5 min e secagem com jatos de ar. Uma cápsula contendo o pó e o líquido do vidro de fusão (Crystall./Connect, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) foi colocado no dispositivo de vibração (Ivomix, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) para mistura do material. Em seguida, a cápsula foi aberta e a mistura foi aplicada com auxílio de uma espátula sobre a superfície da fatia de dissilicato de lítio (pré-

sinterizado) e a fatia de zircônia foi colocada em cima. Esse conjunto de três camadas foi levado ao dispositivo de vibração sob pressão digital para escoamento final do vidro de fusão. O processo de fusão do vidro e a cristalização do IPS e.max CAD (HT) foi realizado simultaneamente seguindo as recomendações do fabricante (tabela 5). A espessura dos CP em três camadas (CAD-on) foi verificada com um paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo Corp., Tóquio, Japão).

Tabela 4. *Ciclo de sinterização da IZW (cerâmica a base de zircônia, Zenostar).*

Temperatura Final (°C)	1450
Taxa de aquecimento (°C/min)	8
Tempo de permanência (hh:mm:ss)	2:00:00
Taxa de resfriamento (°C/min)	5

Forno Zirkonofen 600/V2 (ZirkonZahn, Gais, Tirol do Sul, Itália)



Figura 3. Aferição das infraestruturas em zircônia após o processo de sinterização.

Tabela 5. Ciclo de cristalização do sistema CAD-on (cristalização da cerâmica a base de dissilicato de lítio, IPS e.max CAD, e fusão do vidro de fusão, IPS e.max Crystall./Conecct).

Temperatura de serviço (°C)	403
Tempo de fechamento (mm:ss)	02:00
Acréscimo de temperatura (°C)	30/30
Temperatura de manutenção (°C)	820/840
Tempo de manutenção (mm:ss)	02:00/07:00
Conexão de vácuo (°C)	550/820
Desconexão de vácuo (°C)	820/840
Resfriamento lento (°C)	600

Forno Programat EP5000 (Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein)

Para o grupo YLD-T, as infraestruturas em zircônia (IPS e.max ZirCAD) foram sinterizadas segundo indicação do fabricante (tabela 6) de forma que apresentaram uma espessura final de 0,7 mm (tabela 3).

Sobre as infraestruturas de zircônia, foi aplicada uma fina camada de uma cerâmica vítrea de baixa fusão (IPS e.max ZirLiner) e levada ao forno (tabela 7). Esse material foi idealizado pelo fabricante com objetivo de assegurar adesão adequada a cerâmica de recobrimento. Após foi aplicado uma camada de cobertura (IPS e.max Ceram) pela técnica convencional de estratificação (pó e líquido) por um único operador (previamente treinado), com auxílio de uma matriz de silicone de condensação (Zetalabor, Zhermack SpA, Badia Polesine, Itália) (Figura 4). A remoção do excesso do líquido da mistura foi realizada com papel absorvente. Os CP foram removidos da matriz e levados ao forno para a queima da porcelana de cobertura seguindo a recomendação do fabricante (tabela 8). Por fim, o acabamento e polimento através de lixas de carbetto de silício (#400, 600, 800 e 1200) foram realizados a fim que os CP apresentassem a espessura preconizada (1,5 mm), que foi verificada por um paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo Corp., Tóquio, Japão).

Tabela 6. Ciclo de sinterização da YLD-T (cerâmica a base de zircônia, IPS e.max ZirCAD).

Temperatura Final (°C)	1500
Taxa de aquecimento (°C/min)	8
Tempo de permanência (hh:mm:ss)	2:00:00
Taxa de resfriamento (°C/min)	8

Forno Zirkonofen 600/V2 (ZirkonZahn, Gais, Tirol do Sul, Itália)

Tabela 7. Ciclo de queima do YLD-T (cerâmica vítrea de baixa fusão, IPS e.max ZirLiner).

Temperatura de serviço (°C)	403
Tempo de fechamento (mm:ss)	04:00
Acréscimo de temperatura (°C)	40
Temperatura de manutenção (°C)	960
Tempo de manutenção (mm:ss)	01:00
Conexão de vácuo (°C)	450
Desconexão de vácuo (°C)	959

Forno Programat EP5000 (Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein)



Figura 4. Matriz de silicone de condensação (Zetalabor) utilizada para auxiliar durante a aplicação da cerâmica de cobertura sobre a infraestrutura de zircônia.

Tabela 8. Ciclo de queima do YLD-T (cerâmica feldspática, IPS e.max Ceram).

Temperatura de serviço (°C)	403
Tempo de fechamento (mm:ss)	04:00
Acréscimo de temperatura (°C)	40
Temperatura de manutenção (°C)	750
Tempo de manutenção (mm:ss)	01:00
Conexão de vácuo (°C)	450
Desconexão de vácuo (°C)	749

Forno Programat EP5000 (Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein)

Os CP dos materiais restauradores monolíticos (LDC e YZW) foram sinterizados (YZW) (Tabela 4) e cristalizados (LDC) (Tabela 9) segundo as indicações do fabricante. Antes do processo de sinterização, os CP do grupo YZW foram imersos (1 minuto) em um líquido colorante (Zenostar MT Color Liquid A1) e secos a uma temperatura aproximada de 70°C por 30 min. A espessura final dos CP (1,5 mm) foi aferida utilizando o paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo Corp., Tóquio, Japão) (figura 1). Os CP do material restaurador monolítico PICN foram cortados, seguidos de acabamento e polimento com a sequência de lixas de carbetto de silício (#400, 600, 800 e 1200), de maneira que as amostras apresentassem espessura final de 1,5 mm (figuras 1 e 5). Esse SRI, não é necessário qualquer processo térmico para finalizá-lo.

Tabela 9. Ciclo de cristalização do LDC (cerâmica a base de dissilicato de lítio, IPS e.max CAD).

Temperatura de serviço (°C)	403
Tempo de fechamento (mm:ss)	06:00
Acréscimo de temperatura (°C)	90/30
Temperatura de manutenção (°C)	820/840
Tempo de manutenção (mm:ss)	00:10/07:00
Conexão de vácuo (°C)	550/820
Desconexão de vácuo (°C)	820/840



Figura 5. Aferição do CP (Enamic) após acabamento e polimento para verificação da espessura final (1,5 mm).

Após o preparo dos vinte CP para cada um dos SRI, eles foram divididos em dois grupos: cinco CP foram designados para os testes com

acoplamento usando pasta teste (CP-A) e 15 CP que foram designados para serem cimentados (CP-C) nos três diferentes substratos utilizados neste estudo (Figura 6), perfazendo um n= 5.

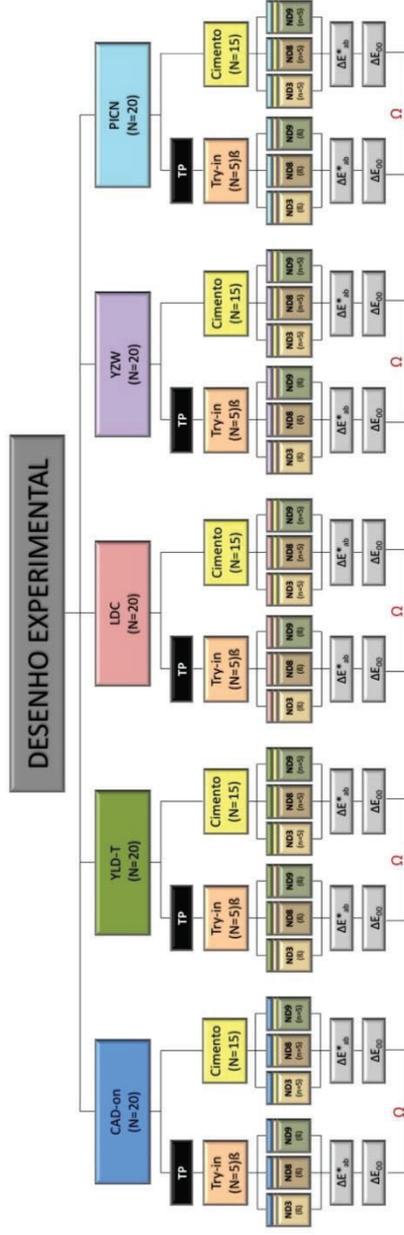


Figura 6. Fluxograma do estudo. (β) Os mesmos CP foram utilizados para os substratos de cor ND3, ND8 e ND9, do mesmo sistema restaurador. (Ω) Foram avaliadas as diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{L00}) entre CP-A e CP-C sobre cada substrato (ND3, ND8 e ND9), verificando a correspondência entre a pasta teste e o cimento resinoso.

4.4 Fabricação dos substratos

Os substratos foram produzidos com um material resinoso fotopolimerizável (IPS Natural Die Material, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) com a finalidade de simular, clinicamente, preparos com diferente grau de escurecimento. Esse material é utilizado por técnicos de laboratório com essa finalidade. Três das nove tonalidades disponíveis pelo sistema foram utilizadas: ND3 de cor semelhante a dentina normalmente encontrada em procedimentos restauradores (controle), ND8 de cor semelhante a dentina com alto grau de escurecimento, e ND9 representando uma estrutura metálica (simulando pinos ou estruturas metálicas sobre implantes) (figura 7).



Figura 7. Material resinoso fotopolimerizável (IPS Natural Die Material, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) utilizado para a fabricação dos substratos (ND3, ND8 e ND9).

Sobre uma placa de vidro, foi colocada uma tira de poliéster seguido de uma matriz de teflon (14 mm x 14 mm x 2,5 mm). O material resinoso foi inserido dentro da matriz utilizando uma espátula de resina

(figura 8) e uma segunda tira de poliéster e placa de vidro foram adicionadas sobre o material com o intuito de obter amostras padronizadas (espessura e textura homogêneas) (figura 9). A fotoativação inicial foi realizada com um fotopolimerizador (Radii-cal[®], SDI Limited, Victoria, Austrália), com uma intensidade de 1200 mW/cm², por 40 s em cada um dos lados (superior e inferior) através das placas de vidro (figura 10), com complementação de mais 40 s em cada lado diretamente sobre as bases. Finalmente, os excessos foram removidos com uma lâmina de bisturi e a espessura foi conferida (2,5 mm) utilizando um paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo Corp., Tóquio, Japão) (figura 11).

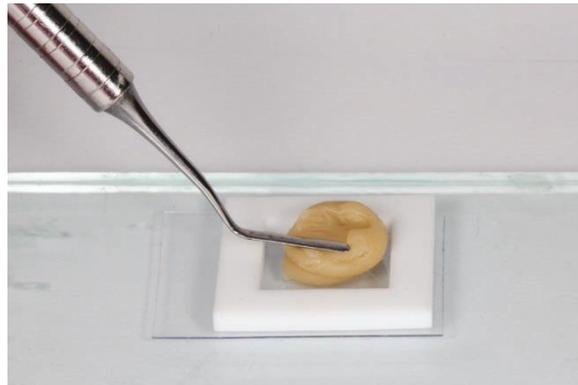


Figura 8. *Natural Die Material (Ivoclar Vivadent) sendo inserido dentro da matriz de teflon sob uma tira de poliéster sobreposta a uma placa de vidro.*



Figura 9. Visão lateral de montagem das placas de vidro, tiras de poliéster e matriz de teflon para a fabricação dos substratos.

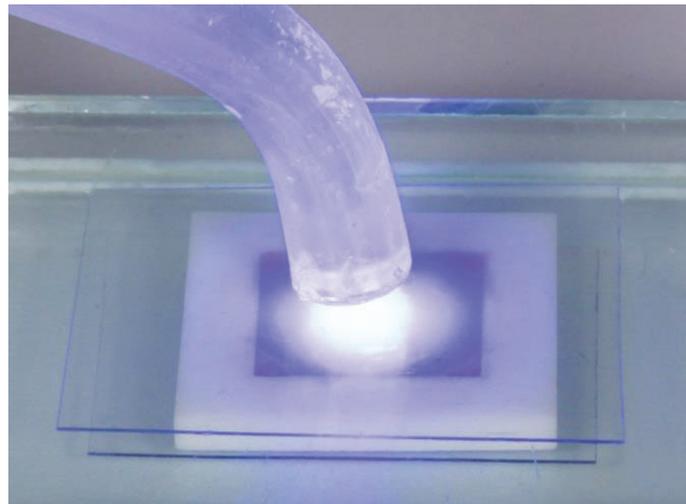


Figura 10. Fotoativação inicial do material resinoso através da placa de vidro.



Figura 11. Substratos preparados nas cores ND3, ND8 e ND9 (2,5mm).

4.5 União dos CP aos substratos

Cinco CP dos SRI foram acoplados (CP-A) aos substratos utilizando uma pasta teste (Variolink[®] N Try-in, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) (figura 12) e 15 CP de cada SRI foram cimentados (CP-C) com um cimento resinoso de dupla polimerização (Variolink[®] N, pasta base e catalizadora, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) (figura 13), ambos com a mesma tonalidade (White).



Figura 12. Pasta teste (try-in) utilizada no estudo.



Figura 13. Cimento resinoso utilizado no estudo.

Nos CP-A, os mesmos corpos de prova foram acoplados nos três diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9), devido a reversibilidade do procedimento (*try-in*). Para isso, uma fina camada da pasta teste foi aplicada no CP que foi posicionado sobre o substrato sob pressão digital de um mesmo operador. Após remoção dos excessos da pasta teste, a avaliação objetiva da cor foi realizada. Após o CP foi removido do

substrato e ambas as superfícies foram limpas com jatos de água/ar por 15 s, seguido de secagem com jatos de ar. Assim, o mesmo CP foi acoplado aos demais substratos seguindo o mesmo protocolo.

No caso dos CP-C, as áreas de adesão dos substratos foram condicionadas com ácido hidrofúorídrico a 10% (Condac porcelana, FGM, Joinvile, SC, Brasil) por 10 s. As superfícies de adesão dos CP dos grupos ácido resistentes com infraestruturas em zircônia (CAD-on, YLD-T e YZW) foram jateadas (Basic Classic, Renfert do Brasil, Ribeirão Preto, Brasil) com partículas de óxido de alumínio (Cobra 25 µm, Renfert do Brasil, Ribeirão Preto, Brasil) por 20 s, com pressão de 2 bar, a uma distância de 10 mm da ponta do jateador posicionado perpendicularmente ao CP. A superfície de adesão dos CP dos grupos ácido sensíveis (LDC e PICN) foram condicionados com ácido hidrofúorídrico seguindo os tempos indicados pelos fabricantes (20 s para o LDC e 30 s para o PICN). Posteriormente, os substratos e os CP foram limpos em banho sônico (VITASONIC II, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) em água destilada por 5 min e secos com jatos de ar. Em seguida, a aplicação de uma fina camada de adesivo (Tetric N-Bond®, Ivoclar Vivadent) foi realizada sobre as superfícies de adesão dos substratos e dos CP. A pasta base e a pasta catalisadora do cimento resinoso (Variolink® N, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) foram misturadas sobre uma placa de vidro até conseguir uma completa homogeneização do material. O cimento foi aplicado na superfície condicionada dos CP que foram posicionados sobre os substratos. Com o intuito de padronizar a espessura do cimento resinoso, uma carga de 750 g foi aplicada sobre os CP-C. O excesso de cimento foi removido com auxílio de um microbrush (FGM, Joinvile, SC, Brasil) e a

fotopolimerização (Radii-cal®, SDI Limited, Victoria, Austrália; 1200 mW/cm²) de 40 s foi efetuada em cada um dos lados (figura 14).



Figura 14. Visão lateral da cimentação de um CP (YZW) sobre um substrato ND3 utilizando uma carga de 750g.

4.6 Confeção das amostras de cimento resinoso e pasta teste

Três amostras com espessuras de 1mm de pasta teste e cimento resinoso (pasta base e catalizadora) foram confeccionadas a partir de um dispositivo utilizando lâminas de vidro e uma tira de poliéster. Para a pasta teste, o material foi disposto no espaço entre as duas lâminas de vidro onde foi recoberta por uma tira de poliéster e lentamente pressionada por outra lâmina. Após removida a lâmina de vidro, a tira de poliéster foi mantida sobre a pasta teste, com o objetivo de obter amostras com espessura e superfície padronizadas. No caso do cimento resinoso, antes da aplicação no espaço entre as lâminas, o mesmo foi espatulado em uma placa de vidro (Variolink N Base + Catalizador), seguindo pela colocação de uma tira de poliéster sobreposta por uma

lâmina de vidro. Antes da remoção da lâmina, o material foi polimerizado durante 40 segundos (Radii-cal[®], SDI Limited, Victoria, Austrália), mantendo também a tira de poliéster, para padronizar a obtenção das coordenadas de cor de ambos os materiais.

4.7 Medição da reflectância espectral e coordenadas de cor

A reflectância espectral foi medida usando um espectroradiômetro (Spectrascan PR-670, Photo Research, Chatsworth CA, USA) sobre um fundo branco ($L^*=94,70$; $a^*=0,06$ e $b^*=3,85$) e preto ($L^*=22,74$; $a^*=-0,38$ e $b^*=-1,67$) em comprimento de ondas entre 380-780nm com intervalo de 2 nm, no departamento de Óptica da Faculdade de Ciências (Universidade de Granada, Espanha). As mensurações foram feitas sob iluminação direta constante oriunda de dois cabos de fibra óptica (modelo 70050; Newport Stratford Inc.) conectadas a uma lâmpada de arco de xenon (300W, Newport Stratford Inc.) com temperatura de cor de 6.500K e geometria óptica de $0/45^\circ$ (figuras 15 e 16). Três medições foram realizadas no centro de cada amostra (CP, CP-A, CP-C, substratos, cimento resinoso e pasta try-in), a uma distância de 35 cm (figura 17).

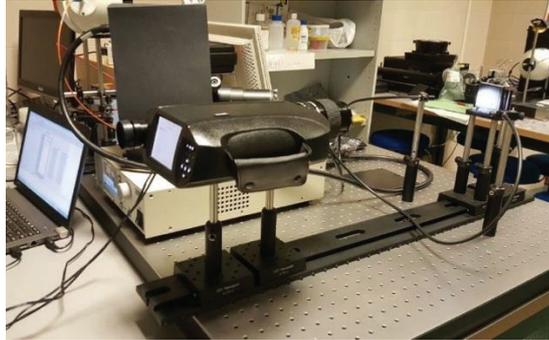


Figura 15. Equipamentos utilizados para a avaliação instrumental de cor das amostras.

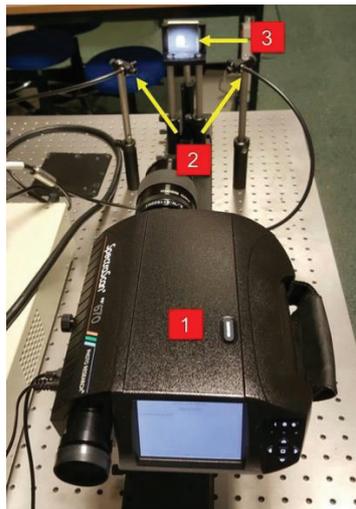


Figura 16. Equipamentos utilizados para avaliação instrumental de cor das amostras. 1-Espectrorradiômetro; 2- Fontes de iluminação com uma angulação de 45° da mesa de apoio dos CP; 3-Plataforma para apoio dos CP.

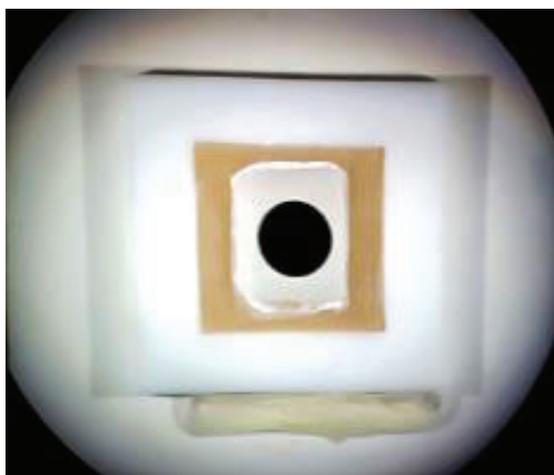


Figura 17. Imagem do visor do espectrorradiômetro, mostrando um CP cimentado sobre um substrato ND8. O ponto preto ao centro representa a área aferida pelo instrumento.

As coordenadas de cor, L^* (eixo de luminosidade), a^* (eixo vermelho-verde), b^* (eixo amarelo-azul), C^* (croma) e h° (ângulo de matiz) foram determinados a partir dos dados da reflectância espectral.

4.8 Métricas para avaliar diferenças de cor

Foram utilizadas duas equações indicadas pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE) para avaliar as diferenças de cor (ΔE): CIELAB (ΔE_{ab}^*) e CIEDE2000 (ΔE_{00}). As diferenças de cor entre os CP-C e os CP-A sobre os mesmos substratos e as diferenças de cor dos CP acoplados ou cimentados aos diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para os diferentes grupos de SRI foram comparados entre si usando ΔE_{ab}^* e ΔE_{00} (CIE, 2004):

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Onde ΔL^* , Δa^* e Δb^* representam a diferença das respectivas coordenadas para um par de amostras.

Para o ΔE_{00} foi usada a seguinte equação (Luo *et al.*, 2001; CIE, 2004):

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

Onde $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ são as diferenças de luminosidade, saturação (*chroma*) e matiz (*hue*) em um par de amostras, e R_T é uma função de rotação que representa a interação entre as diferenças de saturação e matiz na região azul. Funções de ponderação (*weighting functions*), S_L , S_C , S_H , ajustam a diferença de cor total para variação da localização do par de diferente cor nas coordenadas L' , a' , b' e os fatores paramétricos K_L , K_C , K_H , são termos de correção para condições experimentais.

4.9 Limiares de Perceptibilidade (PT) e Aceitabilidade (AT)

A partir dos resultados obtidos de diferença de cor, comparações com os valores de limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) e aceitabilidade 50:50% (AT) foram realizados a fim de interpretar os achados instrumentais e complementar as estatísticas descritivas e analíticas através desses parâmetros visuais. Os limiares considerados no presente experimento, têm base no estudo de Paravina *et al.* (2015),

sendo os valores de PT e AT de 1,2 e 2,7 para ΔE_{ab}^* e de 0,8 e 1,8 para ΔE_{00} respectivamente.

4.10 Parâmetro de Translucidez (TP)

O TP é um dos principais métodos na quantificação da translucidez de um material e foi utilizada no presente estudo. Previamente ao acoplamento dos CP-A (n=5), esses CP foram usados para medir o TP de cada SRI. Adicionalmente as amostras do cimento resinoso e da pasta try-in também foram avaliados. O TP se calcula a partir da diferença de cor (ΔE_{ab}^*) de uma mesma amostra sobre um fundo preto ($L^*=22.18$, $a^*=-0.40$ e $b^*=-1.92$) e um fundo branco ($L^*=94.7$, $a^*=0.06$ e $b^*=3.85$) (Figura 19) seguindo a equação (Johnston *et al.*, 1995):

$$TP = \sqrt{(L_B^* - L_W^*)^2 + (a_B^* - a_W^*)^2 + (b_B^* - b_W^*)^2} \quad (3)$$

onde as letras B e W indicam que as coordenadas de cor foram obtidas sobre um fundo preto e outro branco, respectivamente (figura 18). Quanto mais elevado o valor de TP, mais translúcido é o material e, consequentemente, tem uma menor capacidade de mascaramento do substrato.

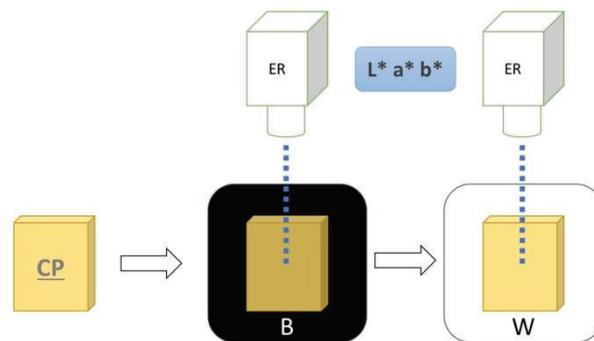


Figura 18. Desenho esquemático do experimento para avaliação do TP. *ER* representa o espectrorradiômetro, *B* o fundo preto e *W* o fundo branco e *CP* é o corpo de prova.

4.11 Índice de clareamento (WI_D - *whiteness index for dentistry*)

O índice de clareamento, baseado nas coordenadas CIELAB foi utilizada para calcular a diferença entre o cimento resinoso e a pasta teste. Para avaliação do WI_D , os valores foram obtidos seguindo a equação (Perez et al., 2016):

$$WI_D = 0,511 L^* - 2,324 a^* - 1,100 b^* \quad (4)$$

onde os valores de L^* , a^* e b^* foram obtidos sobre fundo preto. Quanto maior o valor obtido dessa equação, o material será mais branco.

4.12 Limiares de perceptibilidade (WPT) e aceitabilidade (WAT) para o índice de clareamento

Os valores do WI_D foram analisados utilizando os limiares de perceptibilidade e aceitabilidade (WPT = 0,61 e WAT = 2,90) obtidos de

um estudo preliminar (Pérez *et al.*, 2017). Esses limiares permitem que os achados de WI_D possam ser relacionados com parâmetros visuais.

4.13 Análise Estatística dos Dados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, no caso de diferença estatística, foi usado o teste Tukey com nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$). As análises foram realizadas em um software estatístico específico (SPSS 16.0, Chicago, IL, EUA).

Para complementar a análise estatística, os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT: 1,2 e 0,8 para ΔE_{ab}^* e ΔE_{00} respectivamente) e aceitabilidade 50:50% (AT: 2,7 e 1,8 para ΔE_{ab}^* e ΔE_{00} respectivamente) foram utilizados (Paravina *et al.*, 2015). Valores de ΔE abaixo de 1,2 e 0,8 (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00} respectivamente) foram considerados imperceptíveis ao olho humano. Valores entre 1,2 e 2,7 (ΔE_{ab}^*) e 0,8 e 1,8 (ΔE_{00}) foram considerados perceptíveis, porém aceitáveis clinicamente. Valores acima de 2,7 e 1,8 (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00} respectivamente) foram considerados inaceitáveis clinicamente. Ainda, limiares de perceptibilidade (WPT=0,61) e aceitabilidade (WAT=2,90) utilizando o índice de clareamento foram considerados para avaliação de correspondência visual a partir de um estudo preliminar de Pérez *et al.* (2017).

5. RESULTADOS

5.1 Coordenadas de Cor dos SRI

Os valores médios das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) dos CP-A e CP-C dos SRI sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) estão representados nas figuras 19 (CAD-on), 20 (YLD-T), 21 (LDC), 22 (YZW) e 23(PICN) e descritos na tabela 10.

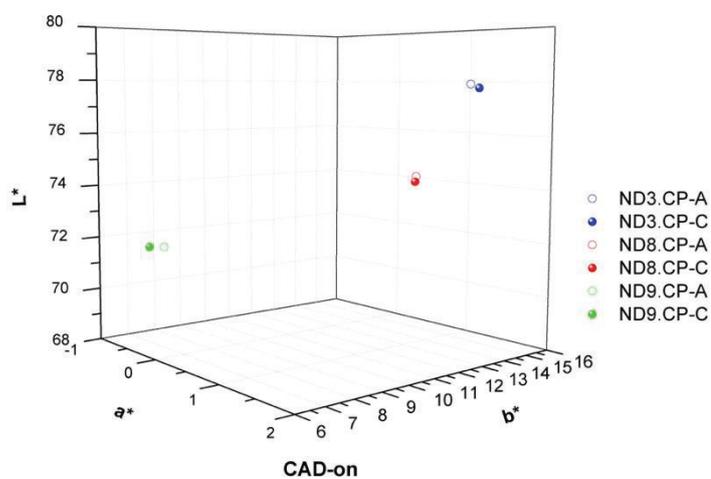


Figura 19. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador CAD-on.

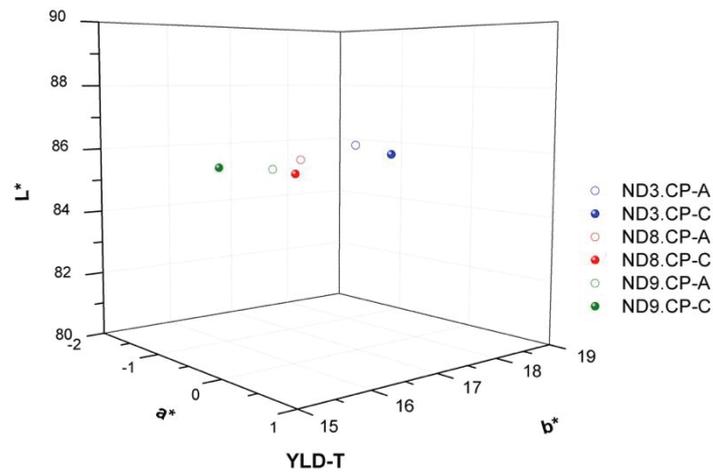


Figura 20. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador YLD-T.

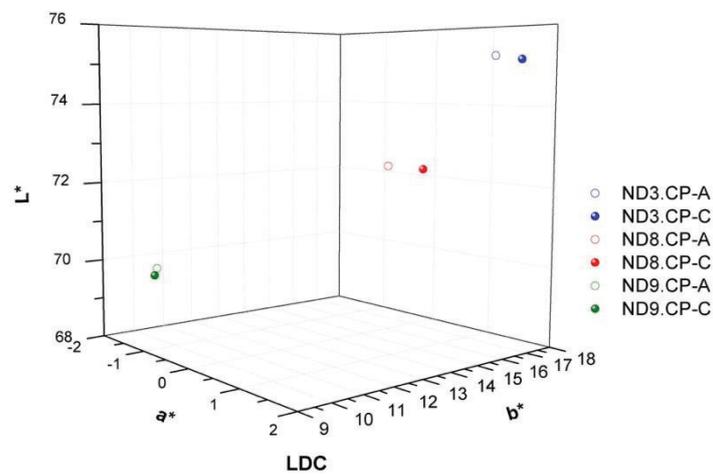


Figura 21. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador LDC.

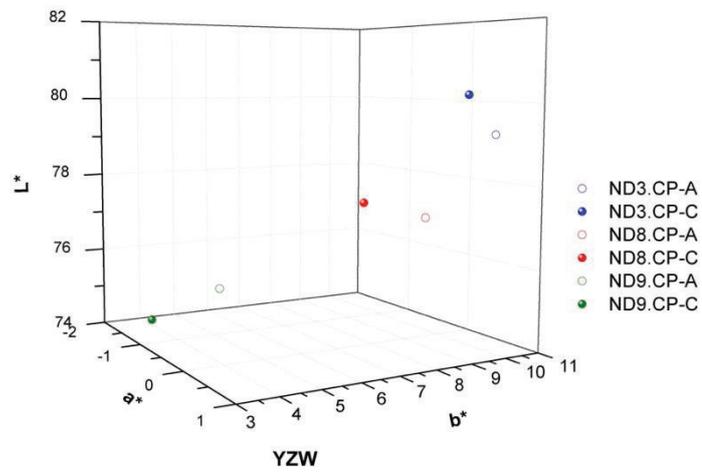


Figura 22. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador YZW.

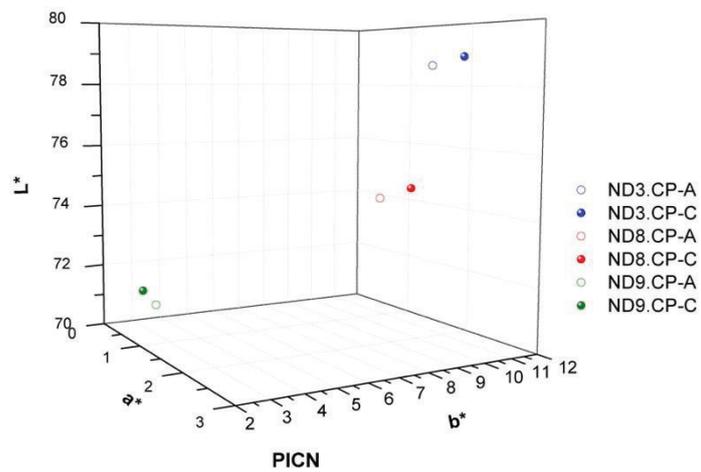


Figura 23. Representação gráfica dos CP-A e CP-C sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para o sistema restaurador PICN.

Tabela 10. Valores médios e desvio padrão das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) dos CP-A e CP-C dos SRI sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9).

SRI	Substratos	CP-A			CP-C		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
CAD-on	ND3	77,92 ± 0,20	1,40 ± 0,14	14,52 ± 0,51	77,77 ± 0,08	1,56 ± 0,09	14,33 ± 0,40
	ND8	74,73 ± 0,37	1,63 ± 0,08	11,42 ± 0,63	74,58 ± 0,70	1,68 ± 0,19	11,21 ± 0,89
	ND9	71,65 ± 0,53	-0,55 ± 0,05	7,49 ± 0,68	71,74 ± 1,60	-0,51 ± 0,17	6,86 ± 0,88
YLD-T	ND3	86,25 ± 1,01	-0,08 ± 0,17	17,04 ± 0,60	85,92 ± 0,65	-0,05 ± 0,08	17,60 ± 1,32
	ND8	85,83 ± 1,04	-0,30 ± 0,09	16,43 ± 0,61	85,39 ± 0,53	-0,39 ± 0,07	16,44 ± 0,57
	ND9	85,49 ± 1,27	-0,62 ± 0,03	16,33 ± 0,47	85,57 ± 0,91	-0,82 ± 0,08	15,73 ± 0,69
LDC	ND3	75,23 ± 0,19	1,68 ± 0,18	16,31 ± 0,37	75,15 ± 0,17	1,81 ± 0,18	17,07 ± 0,26
	ND8	72,69 ± 0,21	1,38 ± 0,09	13,07 ± 0,14	72,62 ± 0,22	1,63 ± 0,08	13,73 ± 0,18
	ND9	69,99 ± 0,19	-1,04 ± 0,04	9,51 ± 0,20	69,82 ± 0,58	-1,07 ± 0,13	9,47 ± 0,20
YZW	ND3	79,21 ± 0,31	0,58 ± 0,32	10,51 ± 1,02	80,19 ± 0,91	0,64 ± 0,10	9,54 ± 0,48
	ND8	77,37 ± 0,39	0,72 ± 0,21	8,18 ± 1,20	77,84 ± 1,19	0,76 ± 0,21	6,42 ± 0,28
	ND9	75,14 ± 0,24	-1,09 ± 0,21	5,25 ± 1,15	74,50 ± 1,33	-1,13 ± 0,19	3,44 ± 1,00
PICN	ND3	78,65 ± 0,23	1,87 ± 0,20	10,77 ± 0,30	78,94 ± 0,21	2,13 ± 0,09	11,34 ± 0,17
	ND8	74,74 ± 0,26	2,34 ± 0,08	7,77 ± 0,14	75,15 ± 0,54	2,74 ± 0,10	7,93 ± 0,16
	ND9	70,59 ± 0,24	0,18 ± 0,05	3,61 ± 0,08	71,19 ± 0,16	0,28 ± 0,04	3,04 ± 0,07

5.2 Diferenças de Cor (ΔE)

5.2.1 CP acoplados (CP-A) em diferentes substratos

Os valores médios e desvio padrão de ΔE utilizando as métricas CIELAB e CIEDE2000 dos CP-A sobre os diferentes substratos para cada um dos SRI estão representados nas figuras 24 e 25, respectivamente. As figuras 24 e 25 apresentam também os valores de PT e AT para a avaliação das diferenças de cor utilizando ambas as métricas. A tabela 11 apresenta os valores médios, desvio padrão e as diferenças estatísticas das diferenças de cor.

Em todos os SRI avaliados, os maiores valores médios de diferença de cor (CIELAB e CIEDE2000) foram encontrados quando os CP foram acoplados nos substratos ND3 e ND9 ($p \leq 0,05$). Apenas no grupo YLD-T, os valores médios das diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) para os diferentes substratos não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$) e se situaram abaixo dos limiares de aceitabilidade ($\Delta E_{ab}^* = 2,7$ e $\Delta E_{00} = 1,8$) (figuras 24 e 25 respectivamente). Nos demais grupos (CAD-on, LDC, YZW e PICN), ocorreram diferenças estatísticas nos valores médios ΔE ($p \leq 0,05$) dos CP-A sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). Os maiores valores médios de ΔE foram verificados no grupo PICN, seguidos dos grupos CAD-on, LDC, YZW e YLD-T numa ordem decrescente de diferença de cor para todos os substratos aos quais foram acoplados. Nenhum grupo ficou abaixo do PT (0,8 para ΔE_{00} e 1,2 para ΔE_{ab}). Comparando as duas métricas utilizadas, os valores de ΔE usando a métrica CIEDE2000 foram menores em todos os grupos.

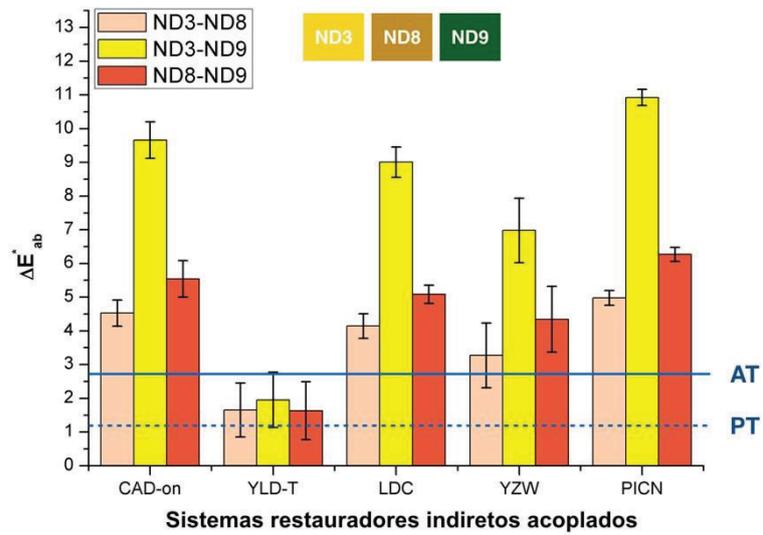


Figura 24. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE^*_{ab}) dos SRI acoplados (CP-A) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E^*_{ab}=1,2$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E^*_{ab}=2,7$) (Paravina et al., 2015).

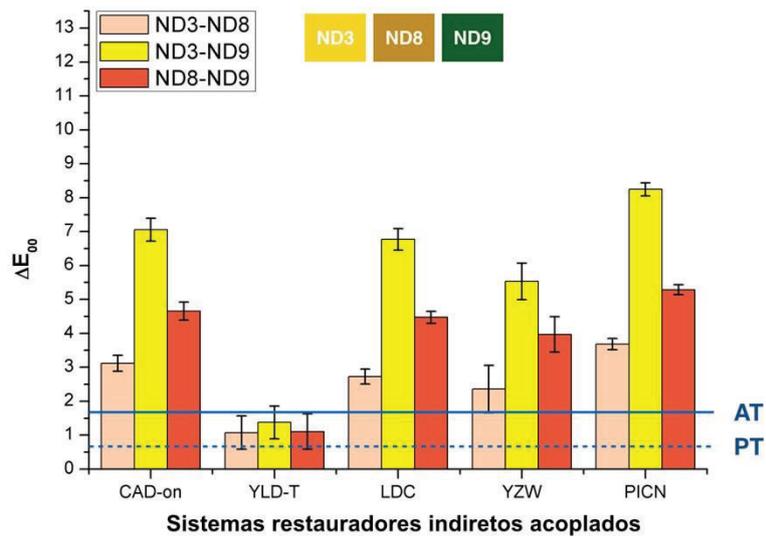


Figura 25. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIEDE2000 (ΔE_{00}) dos SRI acoplados (CP-A) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul, representam os limiares de perceptibilidade 50%:50% (PT) ($\Delta E_{00}=0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00}=1,8$) (Paravina et al., 2015).

Tabela 11. Valores médios e desvio padrão das diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) dos corpos de prova acoplados (CP-A) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para cada um dos Sistemas Restauradores Indiretos (SRI).

Substratos	Diferença de Cor	Sistemas restauradores indiretos (CP-A)				
		CAD-on	YLD-T	LDC	YZW	PICN
ND3-ND8	ΔE_{ab}^*	4,53±0,39C	1,65±0,80A†	4,14±0,36 C	3,27±0,96 C	4,98±0,22 C
	ΔE_{00}	3,12±0,23 c	1,08±0,49a†	2,73±0,22 c	2,36±0,70 c	3,68±0,17 c
ND3-ND9	ΔE_{ab}^*	9,66±0,54 A	1,96±0,82A†	9,01±0,45 A	6,98±0,96 A	10,93±0,24 A
	ΔE_{00}	7,06±0,33 a	1,38±0,48a†	6,77±0,32 a	5,53±0,54 a	8,25±0,19 a
ND8-ND9	ΔE_{ab}^*	5,54±0,54 B	1,63±0,85A†	5,08±0,27 B	4,34±0,98 B	6,27±0,21 B
	ΔE_{00}	4,66±0,27 b	1,11±0,52a†	4,47±0,18 b	3,97±0,52 b	5,29±0,14 b

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{ab}^* para o mesmo SRI sobre dois substratos diferentes (coluna).

Diferentes letras minúsculas representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{00} para o mesmo SRI sobre dois substratos diferentes (coluna).

† Valores abaixo do limiar de aceitabilidade (AT = 2,7 ΔE_{ab}^* e AT = 1,8 ΔE_{00}) (Paravina et al, 2015).

5.2.2 CP cimentados (CP-C) em diferentes substratos

Foi verificado um comportamento similar dos CP-C em relação aos CP-A. Porém, no grupo YLD-T, ocorreram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$) nos valores ΔE dos CP-C sobre os diferentes substratos, o que não foi verificado nos CP-A. No entanto, os resultados ficaram abaixo de AT. Nos demais quesitos, os maiores valores médios de diferença de cor foram encontrados, em todos os SRI, quando cimentados nos substratos ND3 e ND9 ($p \leq 0,05$). Nenhum dos resultados obtidos ficaram abaixo do PT. As representações gráficas ΔE_{ab}^* e ΔE_{00} dos CP-C sobre os diferentes substratos estão demonstrados nas figuras 26 e 27, respectivamente. Os valores médios, desvio padrão e diferenças estatísticas podem ser visualizados na tabela 12.

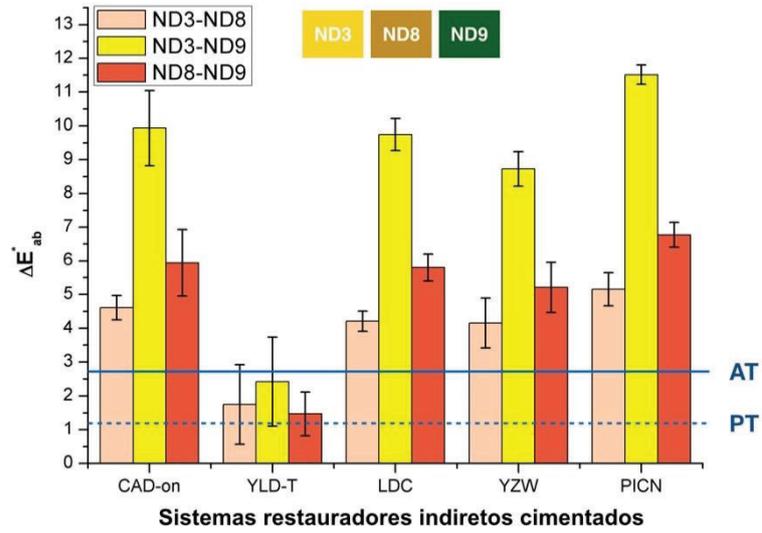


Figura 26. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE^*_{ab}) dos SRI cimentados (CP-C) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E^*_{ab}=1,2$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E^*_{ab}=2,7$) (Paravina et al., 2015).

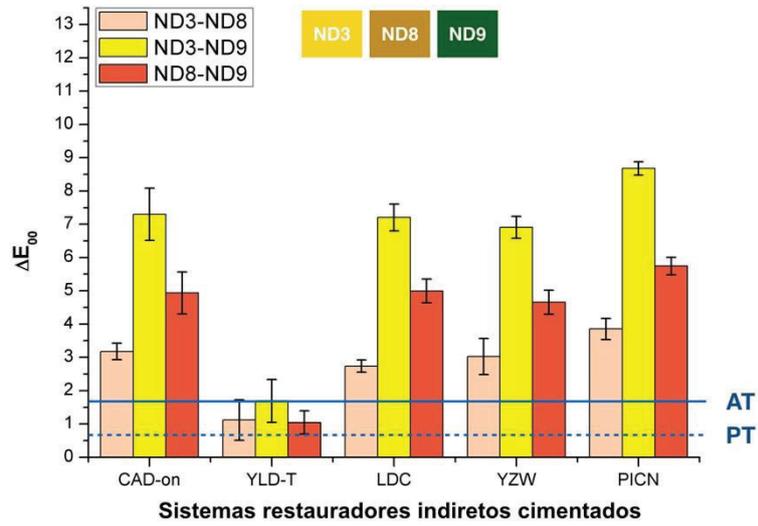


Figura 27. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{00}) dos SRI cimentados (CP-C) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{00}=0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00}=1,8$) (Paravina et al., 2015).

Tabela 12. Valores médios e desvio padrão das diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}^*) dos corpos de prova cimentados (CP-C) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para cada um dos Sistemas Restauradores Indiretos (SRI).

Substratos	Diferença de Cor	Sistemas restauradores indiretos (CP-C)					
		CAD-on	YLD-T	LDC	YZW	PICN	
ND3-ND8	ΔE_{ab}^*	4,61±0,36C	1,75±1,18AB†	4,21±0,30C	4,16±0,74C	5,16±0,49C	
	ΔE_{00}^*	3,18±0,25c	1,12±0,61b†	2,74±0,18c	3,02±0,54c	3,86±0,32c	
ND3-ND9	ΔE_{ab}^*	9,93±1,11 ^a	2,42±1,32A†	9,74±0,48A	8,73±0,51A	11,51±0,29 ^a	
	ΔE_{00}^*	7,30±0,79 ^a	1,70±0,64a†	7,20±0,41a	6,91±0,33a	8,68±0,20 ^a	
ND8-ND9	ΔE_{ab}^*	5,94±0,99B	1,47±0,65B†	5,80±0,40B	5,22±0,74B	6,77±0,37B	
	ΔE_{00}^*	4,94±0,63b	1,04±0,35b†	5,00±0,36b	4,66±0,36b	5,74±0,26b	

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{ab}^* para o mesmo SRI sobre dois substratos diferentes (coluna).

Diferentes letras minúsculas representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{00}^* para o mesmo SRI sobre dois substratos diferentes (coluna).

† Valores abaixo do limiar de aceitabilidade (AT = 2,7 ΔE_{ab}^* e AT = 1,8 ΔE_{00}^*) (Paravina et al, 2015).

5.2.3 Comparação entre CP-A e CP-C

Os valores médios e desvio padrão das diferenças de cor entre os CP-A e CP-C sobre os substratos com a mesma coloração estão apresentados nas figuras 28 e 29 (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00} , respectivamente). Somente no grupo YZW, o valor médio da diferença de cor (ΔE_{00}) entre CP-A e CP-C sobre o substrato ND9 foi ligeiramente acima ($\Delta E_{00} = 2,05 \pm 0,97$) do limiar de aceitabilidade ($\Delta E_{00} = 1,8$) (figura 29). Os valores de diferença de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) entre os CP-A e os CP-C foram abaixo do PT para os sistemas restauradores LDC e PICN (ND3, ND8 e ND9) e CAD-on (ND3) (figuras 28 e 29). Todos os demais valores estiveram em cima do PT mas abaixo do AT. Nos grupos PICN, YLD-T, e LDC (ΔE_{00}) não foram verificadas diferenças estatísticas significantes ($p > 0,05$) quando foram comparados os diferentes substratos (tabela 13).

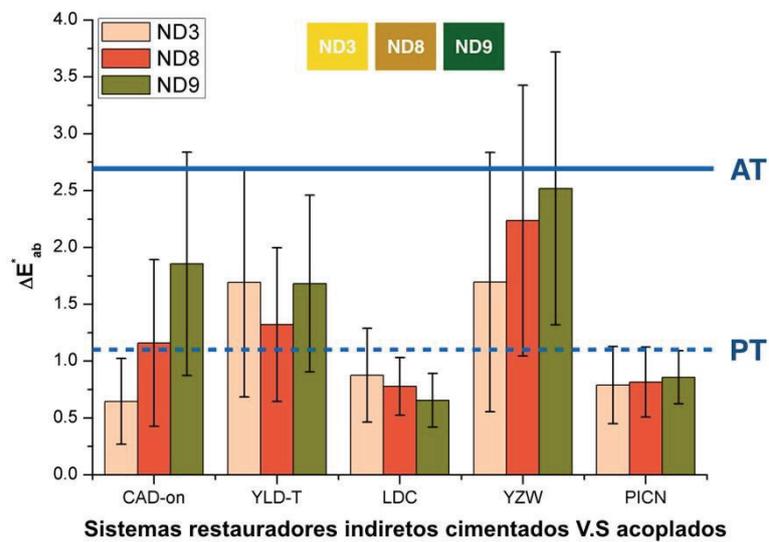


Figura 28. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE^*_{ab}) entre SRI acoplados (CP-A) e cimentados (CP-C) sobre substratos de mesma coloração. As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E^*_{ab}=1,2$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E^*_{ab}=2,7$) (Paravina et al., 2015).

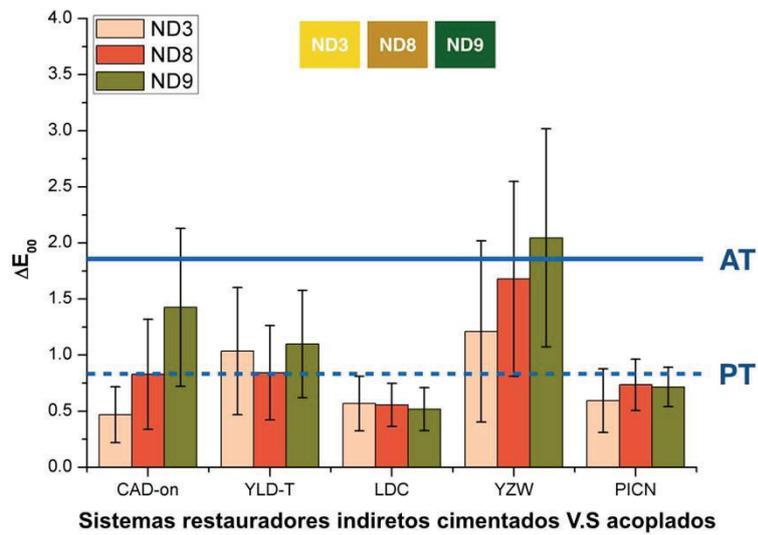


Figura 29. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{00}) entre SRI acoplados (CP-A) e cimentados (CP-C) sobre substratos de mesma coloração. As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{00}=0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00}=1,8$) (Paravina *et al.*, 2015).

Tabela 13. Valores médios e desvio padrão das diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) entre os corpos de prova acoplados (CP-A) e cimentados (CP-C) sobre substratos de mesma coloração para cada um dos Sistemas Restauradores Indiretos (SRI).

Substratos	Diferença de Cor	Sistemas restauradores indiretos (CP-A vs. CP-C)					
		CAD-on	YLD-T	LDC	YZW	PICN	
ND3	ΔE_{ab}^*	0,65±0,38BØ	1,69±1,01A†	0,88±0,41AØ	1,70±1,14B†	0,79±0,34AØ	
	ΔE_{00}	0,47±0,25bØ	1,04±0,57a†	0,57±0,24aØ	1,21±0,81b†	0,59±0,28aØ	
ND8	ΔE_{ab}^*	1,16±0,73BØ	1,32±0,68A†	0,78±0,25ABØ	2,24±1,19AB†	0,82±0,31AØ	
	ΔE_{00}	0,83±0,49b†	0,84±0,42a†	0,56±0,19aØ	1,68±0,87ab†	0,74±0,23aØ	
ND9	ΔE_{ab}^*	1,86±1,43A†	1,68±0,78A†	0,66±0,24BØ	2,52±1,20A†	0,86±0,23AØ	
	ΔE_{00}	0,98±0,70a†	1,10±0,48a†	0,52±0,19aØ	2,05±0,97a	0,72±0,18aØ	

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{ab}^* sobre o mesmo substrato e para o mesmo SRI (coluna).

Diferentes letras minúsculas representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{00} sobre o mesmo substrato e para o mesmo SRI (coluna).

Ø Valores abaixo do limiar de perceptibilidade (PT = 1,2 ΔE_{ab}^* e PT = 0,8 ΔE_{00}) (Paravina *et al.*, 2015).

† Valores abaixo do limiar de aceitabilidade (AT = 2,7 ΔE_{ab}^* e AT = 1,8 ΔE_{00}) (Paravina *et al.*, 2015).

5.3 Parâmetro de Translucidez (TP)

Os valores médios, desvio padrão e a comparação estatística do TP para os diferentes SRI estão representados na Figura 30. Os grupos YLD-T e PICN apresentaram o menor valor ($3,68 \pm 0,94$) e o maior valor médio ($15,63 \pm 0,87$) do TP, respectivamente ($p \leq 0,05$). Os valores do TP dos grupos CAD-on ($14,39 \pm 0,22$) e LDC ($14,8 \pm 0,20$) não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$).

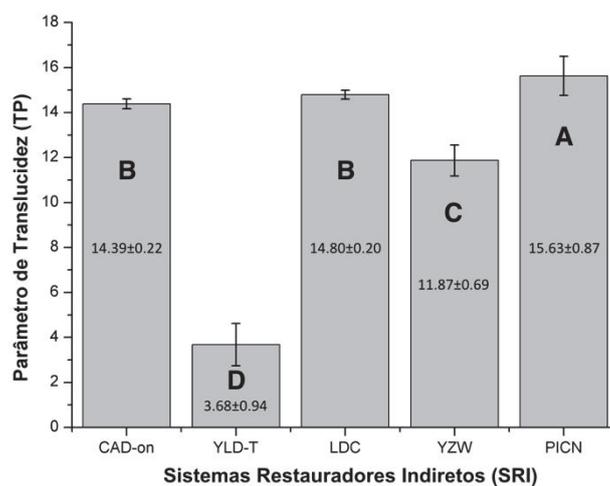


Figura 30. Valores médios e desvio padrão do TP dos diferentes SRI ($n=5$) com espessura de 1,5 mm. Análise de variância e teste Tukey mostram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$).

5.4 Avaliação colorimétrica dos substratos, da pasta teste e do cimento

A partir da avaliação de coordenadas de cor entre a pasta teste e o cimento resinoso sobre fundo branco e preto, o cimento resinoso polimerizado apresentou valores médios de TP inferiores a pasta teste. Para o índice de clareamento (WI_D), os resultados médios obtidos foram maiores da pasta teste em relação ao cimento resinoso, sendo que a diferença de cor desse índice (ΔWI_D) entre a pasta teste e cimento resinoso foi de 1,86, abaixo do WAT. Ainda a diferença de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) entre o *try-in* e o cimento ficou acima dos valores de AT (tabela 14).

As coordenadas de cor dos substratos foram: ND3 ($L^*=71,45$; $a^*=2,13$; $b^*=27,79$); ND8 ($L^*=61,63$; $a^*=5,71$; $b^*=23,18$) e ND9 ($L^*=48,28$; $a^*=1,10$; $b^*=11,14$).

Tabela 14. Valores médios e desvio padrão das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) sobre os fundos branco (B) e preto (P), parâmetro de translucidez (TP), índice de clareamento (WI_D), e as diferenças de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) entre a pasta teste (try-in) e o cimento resinoso polimerizado.

	Fundo	L^*	a^*	b^*	TP	WI_D	ΔE_{ab}^*	ΔE_{00}
Try-in	B	79,74±0,93	-2,63±0,07	13,38±0,21	22,59±1,36	38,07±0,42	6,07±0,83	4,18±0,57
	P	60,86±0,75	-3,48±0,05	1,01±0,59				
Cimento Polimerizado	B	85,32±0,23	-1,81±0,12	15,46±0,29	20,96±0,68	36,21±0,38		
	P	67,92±0,56	-2,45±0,09	3,80±0,33				

6. DISCUSSÃO

Considerando as exigências estéticas atuais, o presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de mascaramento de substratos escurecidos a partir de cinco materiais restauradores indiretos (SRI) livres de metal e, frequentemente, utilizados na prática clínica. Além disso, sobre os substratos de três diferentes graus de escurecimento, os SRI foram acoplados e cimentados para avaliar a correspondência de cor entre pasta teste (*try-in*) e cimento resinoso.

Nesse estudo, o instrumento utilizado na obtenção dos dados de cor foi um espectrorradiômetro. A grande vantagem desse instrumento é que ele mede as amostras sem entrar em contato com elas, usando as mesmas condições de distância e iluminação que a determinação visual de cor (Paravina e Powers, 2004). O uso de espectrofotômetros dentários (ex. EasyShade, Vita) é muito comum em pesquisas (Chaiyabutr *et al.*, 2011; Shono e Al Nahed, 2012; Farhan *et al.*, 2014; Begum *et al.*, 2014; Della Bona *et al.*, 2014; Dede *et al.*, 2016; Pecho *et al.*, 2016a; Tabatabaian *et al.*, 2017; Tabatabaian *et al.*, 2018). Porém, quando a medição é realizada em superfícies curvas (como a superfície dos dentes) há chance que ocorra uma leitura errônea da cor, pois por ser um instrumento de contato, parte da luz que atinge a superfície pode ser perdida. Adicionalmente, por mais que esses dispositivos utilizam algoritmos diferentes para conseguir um ajuste da dispersão de luz

através de materiais diferentes (dentes, coroas e escalas de cor), não conseguem compensação adequada. Assim, pode-se produzir uma fonte de erro significativa (Brewer *et al.*, 2004; Perez *et al.*, 2011; Pecho *et al.*, 2016a). Nenhum dos estudos que avaliou a capacidade de mascaramento (Tabela 1) utilizou um espectrorradiômetro para obter as coordenadas de cor.

Na literatura, a capacidade de mascaramento dos materiais restauradores é avaliada, na maioria dos estudos, usando a métrica CIELab (ΔE_{ab}^*) de diferença de cor (Zhang e Zhao, 2003; Chu *et al.*, 2004; Okamura *et al.*, 2004; Cubas *et al.*, 2011; Chaiyabutr *et al.*, 2011; Shono e Al Nahed, 2012; Choi e Razzoog, 2013; Farhan *et al.*, 2014; Begum *et al.*, 2014; Tabatabaian *et al.*, 2016; Tabatabaian *et al.*, 2017; Tabatabaian *et al.*, 2018) ou pelo uso do TP (Chu *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2009; Takenaka *et al.*, 2009), ou pelo uso de ambos os parâmetros (Boscatto *et al.*, 2015; Oh e Kim, 2015) ou ainda pelo uso da métrica CIEDE2000 de diferença de cor (ΔE_{00}) e o parâmetro TP (Basso *et al.*, 2017). Com a exceção de alguns trabalhos (Tabatabaian *et al.*, 2016; Tabatabaian *et al.*, 2017), existe uma cronologia no uso desses parâmetros para avaliar a capacidade de mascaramento, porém não há um único método aceito para avaliar essa propriedade dos materiais dentários. O presente estudo foi o único que utilizou o TP, as duas métricas de diferença de cor (CIELAB e CIEDE2000) e os limiares de perceptibilidade e aceitabilidade recentemente publicados (Paravina *et al.*, 2015) e aceitos pela ISO (ISO/TR 28642:2016).

Existem relações importantes entre a composição química, a estrutura atômica, o processo de fabricação, a microestrutura e as propriedades das cerâmicas dentárias (Della Bona, 2009). Assim, quando

a translucidez dos SRI foi avaliada no presente estudo, o sistema restaurador YLD-T apresentou os menores valores de TP (figura 30), o que poderia indicar que o uso de diferentes cores de substratos não influencia na cor e aparência final das restaurações fabricadas com esse material.

Esses achados podem ser explicados por alguns fatores: 1) pelo fato de YLD-T apresentar uma infraestrutura em zircônia com alto conteúdo cristalino (IPS e.max® ZirCAD) e nenhuma fase vítrea, impedindo que grande parte da luz seja transmitida através do material, tornando-o mais opaco (Heffernan *et al.*, 2002); 2) materiais restauradores formados por mais de uma camada, podem apresentar diferentes índices de refração, modificando o comportamento da luz. Assim fenômenos ópticos de reflexão e *scattering* (espalhamento) entre mais de uma camada poderiam ser diferentes e produzir uma maior opacidade do sistema restaurador (Ragain e Johnston, 2001; Boscato *et al.*, 2015); 3) a infraestrutura foi recoberta com uma única camada de cerâmica feldspática de dentina (IPS e.max® Ceram D1), sendo reportado por Boscato *et al.* (2015) que comprovaram a menor translucidez e maior capacidade de mascaramento de porcelanas de dentina em relação às de esmalte; 4) o efeito opaco da zircônia é atribuído ao tamanho do grão, ligeiramente maior que o comprimento de onda da luz visível. Adicionalmente, a zircônia apresenta um índice de refração maior ($n=2,1-2,2$) que as estruturas dentárias ($n=1,55$) (Vagkopoulou *et al.*, 2009; Kelly e Benetti, 2011). O *scattering* da luz através dos tecidos biológicos é produzido pelas variações do índice de refração a nível microscópico (Pecho, 2012). Todas essas características podem ser convenientes em certas situações clínicas para mascarar

preparos de dentes escurecidos ou estruturas metálicas em região de alta relevância estética (Vagkopoulou et al., 2009; Kelly e Benetti, 2011).

O grupo CAD-on, mesmo sendo um sistema restaurador tricamada, o valor médio elevado de TP ($14,39 \pm 0,22$) foi devido à utilização de uma infraestrutura em zircônia translúcida (Zenostar®), e recobrimento através de uma cerâmica a base de dissilicato de lítio com alto grau de translucidez (IPS e.max® CAD HT). O PICN, fabricado a partir de uma cerâmica infiltrada por polímeros (Enamic, VITA), mostrou o maior valor de TP ($15,63 \pm 0,87$). Esse material, chamado de cerâmica híbrida pelo fabricante, apresenta 75 vol% de cerâmica feldspática e 25 vol% de polímeros (UDMA e TEGDMA). Sen e Us (2017), quando avaliaram a translucidez do Enamic, encontraram resultados de TP inferiores em relação ao dissilicato de lítio (IPS e.max® CAD), não concordando com o presente estudo. No entanto, no estudo os autores utilizaram CP a partir de um bloco de dissilicato com alta translucidez (HT), diferindo do que foi avaliado no presente estudo, que usou LT. Awad *et al.* (2015), também encontraram uma maior translucidez no dissilicato de lítio (IPS e.max® CAD LT) em relação ao material híbrido (Enamic®) tanto para CP de 1 mm e 2 mm de espessura. Este estudo utilizou outra metodologia (transmitância total – T%) e outra modalidade de instrumento (espectrofotômetro) para aferir as amostras. Contudo, pela presença de poucos estudos relacionados ao comportamento óptico dos materiais híbridos, recomenda-se que mais experimentos sejam realizados a esse respeito.

Assim, e baseado nos achados do presente estudo, a primeira hipótese que indica que a translucidez é influenciada pela natureza da estrutura dos sistemas restauradores indiretos é aceita. Tradicionalmente,

os estudos na pesquisa de cor em odontologia usam a métrica de diferença de cor CIELAB. Essa métrica usa a distância euclidiana para medir a distância dentro do espaço de cor CIELAB, assumindo que esse espaço é uniforme e que todos os fatores têm igual importância (Mangine *et al.*, 2005). Estudos prévios (Lindsey e Wee, 2007; Perez *et al.*, 2011) sobre perceptibilidade e aceitabilidade dos limiares de diferença de cor sugeriram uma discrepância na sensibilidade à luminosidade (L^*), ao eixo verde-vermelho (a^*) e ao eixo azul-amarelo (b^*) dentro do espaço de cor CIELAB. Assim, a CIE (2004) recomendou o uso de CIEDE2000 para estudos de avaliação de cor. Essa métrica apresenta correções para fatores não uniformes (S_L , S_C e S_H), conhecidos como fatores de correção. Ainda, estudos adicionais em odontologia (Ghinea *et al.*, 2010; Pecho *et al.*, 2016a) sugeriram o uso da métrica CIEDE2000 para a avaliação objetiva das diferenças de cor devido a obtenção de melhores resultados comparados com os julgamentos visuais.

Com o intuito de comparar os resultados obtidos com as duas métricas de diferença de cor, tanto CIELAB como CIEDE2000 foram utilizadas para a determinação de ΔE no presente estudo. Porém, a discussão dos resultados foi desenvolvida dando maior importância aos dados obtidos com a métrica de diferença de cor CIEDE2000. O presente estudo utilizou como fatores paramétricos $K_L=1$, $K_C=1$ e $K_H=1$, para a métrica CIEDE2000 (1:1:1), como preconiza a CIE. No entanto, estudos recentes mostraram que com o uso da métrica CIEDE2000 (2:1:1), com um fator paramétrico $K_L=2$, obtém-se maior concordância com as avaliações visuais, quando comparados com a métrica ΔE_{ab}^* (Pecho *et al.*, 2016; Pecho *et al.*, 2017) e com a métrica ΔE_{00} (1:1:1) (Pecho *et al.*,

2016a). As diferenças de cor CIELAB e CIEDE2000 seguiram o mesmo padrão para os CP-A e os CP-C sobre os três diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) nos diferentes SRI e apenas o sistema restaurador YLD-T apresentou valores abaixo do AT em ambos os casos (figuras 20-23). No caso da comparação entre os CP-A e os CP-C sobre o mesmo substrato (ND3, ND8 ou ND9), as duas métricas seguiram o mesmo padrão, mas com uma diferença, o uso da métrica CIEDE2000 para avaliar a diferença de cor entre os CP-A e os CP-C no substrato ND9 e para o sistema restaurador YZW mostrou valores em cima do AT.

Provavelmente avaliações subjetivas dos CP-A e os CP-C dos diferentes grupos teriam uma melhor correspondência com as diferenças de cor obtidas com a métrica CIEDE2000. Sugerem-se avaliações subjetivas para confrontar com os limiares visuais e ter maior embasamento e informações sobre a capacidade de mascaramento dos materiais e aceitabilidade clínica. É recomendado que a avaliação por instrumentos de cor sempre seja acompanhada por uma percepção visual de profissionais experientes (Della Bona *et al.*, 2009; Pecho *et al.*, 2016).

As análises estatísticas dos dados de diferenças de cor avaliadas no estudo utilizando a análise de variância (ANOVA) se deu pela distribuição normal dos dados e teste Tukey ($\alpha= 0,05$) no caso de diferenças significantes. A cor é uma propriedade psicofísica, sendo influenciada diretamente pela avaliação do observador. Assim, quando se trata de avaliação de cor, os limiares de perceptibilidade (PT) e aceitabilidade (AT) são, muito provavelmente, mais importantes que apenas a avaliação estatística de valores, pois a partir de limiares pré-definidos, podemos relacionar os dados encontrados nos estudos com a avaliação visual (Ghinea *et al.*, 2010). A partir do estudo (Ghinea *et al.*,

2010) foi utilizado o modelo fuzzy Takagi-Sugeno-Kang (TSK) por ser considerado uma ferramenta alternativa, confiável e com resultados melhores para o procedimento de cálculo de limiares de cor, quando comparada com a técnica tradicionalmente usada (procedimento de ajuste em S). Os valores de PT ($\Delta E_{ab}^*=1,2$ e $\Delta E_{00}=0,8$) e de AT ($\Delta E_{ab}^*=2,7$ e $\Delta E_{00}=1,8$), recentemente aceitos e incorporados à norma ISO (ISO/TR 28642:2016), foram definidos a partir de um estudo multicêntrico (Paravina *et al.*, 2015).

O grupo YLD-T apresentou os menores valores de diferença de cor quando os CP foram acoplados e cimentados sobre diferentes substratos (tabelas 11 e 12), confirmando que a utilização desse material sobre diferentes cores de substratos não influencia na cor e aparência final das restaurações. Além disso, esse material foi o único SRI que apresentou valores ΔE abaixo dos valores de AT (Figuras 24-27), o que é clinicamente relevante por ser o material que apresentou uma melhor capacidade de mascaramento independente da cor do substrato.

O sistema CAD-on, fabricado a partir de uma infraestrutura em zircônia translúcida (Zenostar®), recoberta por uma cerâmica a base de dissilicato de lítio com alto grau de translucidez (IPS e.max® CAD HT) e unidas por um vidro de fusão (Crystall Connect), apresentou valores de diferença de cor (ΔE_{ab}^* e ΔE_{00}) acima dos limiares de aceitabilidade (Figuras 24-27) quando foi acoplado e cimentado sobre diferentes substratos. Basso *et al* (2017) avaliaram a capacidade de mascaramento desse mesmo SRI sobre substratos escurecidos e obtiveram excelentes resultados. Porém, foi utilizada uma base de zircônia convencional (IPS e.max® ZirCAD). O presente estudo utilizou uma infraestrutura de zircônia translúcida para o sistema CAD-on, pois essa opção foi

reconhecida pela empresa Ivoclar Vivadent em 2013, após a aquisição da empresa Wieland Dental, fabricantes, até então, da zircônia Zenostar. Assim, esse estudo é o único que testou a translucidez e a capacidade de mascaramento desse material. Contudo, comparando ambos os estudos, esse e o de Basso et al., 2017, verifica-se a importância do uso de uma infraestrutura com maior opacidade para permitir o mascaramento de substratos escurecidos.

No presente estudo, houveram diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) entre os diferentes substratos nos grupos CAD-on, LDC, YZW e PICN quando acoplados e cimentados (tabelas 11 e 12). Esses achados concordam com outros estudos que também verificaram a influência da cor do substrato na cor final das restaurações. No entanto, no grupo YLD-T, não ocorreram diferenças estatísticas significantes ($p > 0,05$) de diferença de cor desse material sobre os diferentes substratos, demonstrando a alta capacidade de mascaramento desse sistema restaurador. Diante desses achados, a influência do substrato na cor final em uma reabilitação protética, torna-se mais evidente quando se utilizam materiais mais translúcidos, e quando se busca mascarar algum substrato indesejável, a opção por materiais mais opacos deve ser levada em consideração.

Assim, a segunda e terceira hipóteses, que indicam que a cor do substrato tem influência nos valores de diferença de cor dos SRI acoplados e cimentados são aceitas.

Os substratos utilizados no presente estudo, foram fabricados a partir de uma resina fotopolimerizável (Natural Die Material, Ivoclar Vivadent), utilizadas em laboratórios de prótese, tendo como finalidade, reproduzir diferentes cores de substratos observados na clínica. A

escolha das cores ND3, ND8 e ND9 foi devido a diferentes intensidades de escurecimentos compatíveis com preparos dentários. ND3 representou uma dentina normal levemente escurecida, ND8 uma dentina extremamente escurecida e ND9 simulou uma estrutura metálica. Chaiyabutr *et al.* (2011) utilizaram esses materiais, e avaliaram a influência dos substratos, agentes cimentantes e diferentes espessuras cerâmicas na cor de restaurações. No entanto, o experimento utilizou pastas *try-in* para realizar o acoplamento dos CP aos substratos. O presente estudo tentou reproduzir fielmente as condições clínicas, utilizando tanto a pasta teste como a cimentação propriamente dita dos SRI aos substratos.

Estudos confirmam a influência da espessura na translucidez e mascaramento de substratos escurecidos. Quanto maior a espessura menor a translucidez e maior a capacidade de mascaramento do material e vice-versa (Xing *et al.*, 2010; Chaiyabutr *et al.*, 2011; Begum *et al.*, 2014; Boscato *et al.*, 2015; Basso *et al.*, 2017; Tabatabaian *et al.*, 2017). No presente estudo, todos os CP foram confeccionados com espessura final de 1,5 mm, para simular uma espessura clinicamente relevante. No entanto, essa única espessura também foi uma limitação do estudo e recomenda-se que outras espessuras sejam avaliadas para assegurar ampla aplicabilidade clínica dos resultados.

O presente estudo teve o cuidado de reproduzir o protocolo clínico de cimentação utilizando um sistema amplamente usado por profissionais da odontologia (Variolink N, Ivoclar Vivadent), a prova através de uma pasta *try-in* (CP-A), o condicionamento das peças e substratos, até a cimentação final (CP-C). Outros estudos utilizaram somente a pasta teste (Chaiyabutr *et al.*, 2011), ou somente a cimentação

sem o condicionamento superficial (Begum *et al.*, 2014), ou não utilizaram qualquer agente interposto aos CP e substratos (Tabatabaian *et al.*, 2018). Estudos demonstram que a textura superficial proveniente de condicionamentos ácidos ou pelo uso de jateamentos, alteram os índices de refração da luz, resultando no aumento da opacidade dos materiais (Awad *et al.*, 2015).

Durante as etapas, foram obtidos as reflectâncias espectrais dos CP-A e CP-C para posterior conversão nas coordenadas de cor L^* , a^* , b^* e cálculos das diferenças de cor. Os valores de ΔE dos CP-A e CP-C também foram comparados entre si para verificar a correspondência de cor entre a pasta teste e o cimento resinoso. Os resultados obtidos mostraram que praticamente todas as diferenças de cor entre CP-A e CP-C ficaram abaixo do valor de AT, com exceção do grupo YZW em ND9 que apresentou um valor médio ΔE_{00} ligeiramente acima ($2,05 \pm 0,97$) do limiar de aceitabilidade (figura 25). No entanto, esse valor acima de AT (YZW em ND9), se encontra abaixo do maior valor de AT em CIEDE2000 que é de 2,37 (Paravina *et al.* 2015). As diferenças de cor CIEDE2000 entre os CP-A e os CP-C dos sistemas restauradores LDC e PICN para todos os substratos e o sistema CAD-on para os substratos ND3 e ND8 apresentaram valores abaixo do PT (Paravina *et al.*, 2015) (figura 29). Adicionalmente, algumas diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) foram encontradas nesses mesmos grupos (tabela 13), e podem ser justificados por dois fatores: 1) diferença durante os protocolos de cimentação e acoplamento (devido a diferente viscosidade entre o cimento e o *try-in*), onde a espessura de cimento foi padronizada pelo uso de um dispositivo de 750g e o acoplamento com a pasta teste realizada sob pressão digital (limitação do presente estudo); 2) nos

grupos CP-C, foram realizados os procedimentos de condicionamento superficial (ácido hidrófluorídrico e jateamento com óxido de alumínio) tanto nos materiais restauradores como nos substratos, onde a literatura reporta que mudanças na textura superficial afetam a translucidez dos materiais, pois alteram os índices de refração da luz (Awad *et al.*, 2015).

Assim, a hipótese nula que a pasta teste e o cimento resinoso não apresentam diferença de cor perceptível é parcialmente aceita. Este achado concorda com o estudo de Xing *et al.*, (2010), porém discorda de outros dois estudos (AlGhazali *et al.*, 2010; Rigoni *et al.*, 2012). Considerando a data de publicação desses estudos, naturalmente, os autores utilizaram limiares de perceptibilidade e aceitabilidade diferentes aos padronizados atualmente (Xing *et al.*, 2010; AlGhazali *et al.*, 2010) ou não utilizaram qualquer limiar visual (Rigoni *et al.*, 2012). Diante dos achados, sugere-se futuras investigações utilizando metodologias e limiares padronizados a respeito do assunto.

A opção pelo uso de um sistema de cimentação dual (Variolink N Base + Variolink N Catalisador transparente) foi devido a dois grupos (CAD-on e YLD-T) apresentarem em sua composição infraestruturas a base de zircônia, seguindo dessa forma a recomendação fornecida pelo fabricante. No entanto, como a mistura é realizada manualmente, dificuldades numa exata proporção de pasta base e catalizadora (50%:50%) e incorporação de bolhas de ar durante a espatulação podem ocorrer, sendo uma limitação do presente estudo, pois qualquer um dos fatores podem interferir na cor final.

Devido a essas diferenças, amostras de cimento resinoso e pasta *try-in* foram fabricados para avaliar a diferença de cor entre eles, e esses valores estiveram acima dos valores de AT (tabela 14). Porém, para essa

avaliação, foram confeccionadas amostras com 1 mm de espessura, diferente da espessura de cimentação dos CP nos substratos.

Sobre a translucidez, a pasta *try-in* demonstrou valores mais elevados para TP do que o cimento resinoso polimerizado (tabela 14). Em relação ao índice de clareamento (WI_D), o cimento resinoso polimerizado apresentou valores menores em relação à pasta teste (tabela 14), indicando que há uma diminuição do valor do cimento em relação ao *try-in*. Esse índice (WI_D) foi desenvolvido por Pérez *et al.* (2016) baseado nas coordenadas CIELAB, e permite verificar com maior precisão o valor (o quanto claro ou escuro) que um objeto apresenta. Além disso, limiares de perceptibilidade (WPT=0,61) e aceitabilidade (WAT=2,90) para clareamento usando o índice WI_D foram obtidos recentemente a partir de um estudo preliminar (*in press*), e com isso os valores desse índice de clareamento podem ser relacionados aos limiares visuais. No presente estudo, a diferença de cor entre os valores WI_D da pasta teste e o cimento resinoso polimerizado foi de 1,86, situando-se acima do PT e abaixo do AT, ou seja, clinicamente aceitável. Diante dos achados no presente estudo, a hipótese nula que ambos os materiais (pasta teste e cimento resinoso polimerizado) não apresentam diferenças nesses parâmetros foi rejeitada.

7. CONCLUSÕES

Considerando os materiais, condições, limitações e resultados deste estudo *in vitro*, pode-se afirmar que:

- YLD-T apresentou menores valores para TP e ΔE , indicando a melhor capacidade de mascaramento de substratos escurecidos.
- Os sistemas restauradores CAD-on, LDC, YZW e PICN apresentaram valores de ΔE acima de AT não sendo capazes de mascarar, clinicamente, substratos escurecidos.
- Os valores de diferença de cor entre os CP-A e CP-C se estabeleceram abaixo do AT, e a correspondência de cor entre a pasta teste e o cimento resinoso foram clinicamente aceitáveis.
- A influência do substrato na cor final das restaurações são mais percebidas em materiais que apresentaram maior translucidez.

REFERÊNCIAS

ALESSANDRETTI, R.; BORBA, M.; BENETTI, P.; CORAZZA, P. H.; RIBEIRO, R.; DELLA BONA A. Reliability and mode of failure of bonded monolithic and multilayer ceramics. *Dent Mater*, v. 33, n. 2, p. 191-197, 2017.

ALGHAZALI, N.; LAUKNER, J.; BURNSIDE, G.; JARAD, F. D.; SMITH, P. W.; PRESTON, A. J. An investigation into the effect of try-in pastes, uncured and cured resin cements on the overall color of ceramic veneer restorations: An vitro study. *J Dent*, v. 38, p. 78-86, 2010.

ARIMOTO, A.; NAKAJIMA, M.; HOSAKA, K.; NISHIMURA, K.; IKEDA, M.; FOXTON, R. M.; TAGAMI, J. Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dent Mater*, v. 26, n. 11, p. 1090-1097, 2010.

AWAD, D.; STAWARCZYK, B.; LIEBERMANN, A.; ILIE, N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent*, v. 113, n. 6, p. 534-540, 2015.

AZER, S. S.; AYASH, G. M.; JOHNSTON, W. M.; KHALIL, M. F.; ROSENSTIEL, S. F. Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent*, v. 96, n. 6, p. 397-401, 2006.

BASSO, G. R.; MORAES, R. R.; BORBA, M.; GRIGGS, J. A.; DELLA BONA, A. Flexural strength and reliability of monolithic and trilayer

ceramic structures obtained by the CAD-on technique. *Dent Mater*, v. 31, n. 12, p. 1453-1459, 2015.

BASSO, G. R.; KODAMA, A. B.; PIMENTEL, A. H.; KAIZER, M. R.; DELLA BONA, A.; MORAES, R. R.; BOSCATO, N. Masking Colored Substrates Using Monolithic and Bilayer CAD-CAM Ceramic Structures. *Oper Dent*, v. 42, n. 4, p. 387-395, 2017.

BEGUM, Z.; CHHEDA, P.; SHUTHI, C. S.; SONIKA, R. Effect of Ceramic Thickness and Luting Agent Shade on the Color Masking Ability of Laminate Veneers. *J Indian Prosthodont Soc*, v. 14, n. 1, p. 46-50, 2014.

BRODBELT, R. H.; O'BRIEN, W. J.; FAN, P. L. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res*, v. 59, n. 1, p. 70-75, 1980.

BOSCATO, N.; HAUSCHILD, F. G.; KAIZER, M. R.; MORAES, R. R. Effectiveness of Combination of Dentin and Enamel Layers on the Masking Ability of Porcelain. *Braz Dent J*, v. 26, n. 5, p. 654-659, 2015.

BURGT, T. P.; PLASSCHAERT, A. J. M. Tooth discoloration induced by dental materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v. 60, n. 6, p. 666-669, 1985.

CHAIYABUTR, Y.; KOIS, J. C.; LEBEAU, D.; NUNOKAWA, G. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *J Prosthet Dent*, v. 105, n. 2, p. 84-90, 2011.

CHOI, Y. J.; RAZZOOG, M. E. Masking ability of zirconia with and without veneering porcelain. *J Prosthodont*, v. 22, n. 2, p. 98-104, 2013.

CHU F.C.; SHAM A.S.; LUK H.W.; ANDERSSON B.; CHAI J.; CHOW T.W. Threshold contrast ratio and masking ability of porcelain veneers with high-density alumina cores. *Int J Prosthodont*, v. 17, n. 1, p. 24-28, 2004.

CHU, S. J. Clinical steps to predictable color management in aesthetic restorative dentistry. *Dent Clin North Am*, v. 51, n. 2, p. 473-485, 2007.

Commission Internationale de l'Eclairage. CIE Technical Report: Colorimetry. CIE Pub No. 15.3. Vienna: CIE Central Bureau; 2004.

CUBAS, G. B.; CAMACHO, G. B.; DEMARCO, F. F.; PEREIRA-CENCI, T. The effect of luting agents and ceramic thickness on the color variation of different ceramics against achromatic background. *Eur J Dent*, v. 5, n. 3, p. 245-252, 2011.

DAVIDOWITZ, G.; KOTICK, P. G. The use of CAD/CAM in dentistry. *Dent Clin North Am*, v. 55, n. 3, p. 559-570, 2011.

DEDE, D. O.; ARMAGANCI, A.; CEYLAN, G.; ÇELIK, E.; ÇANKAYA, S.; YILMAZ, B.; Influence of implant abutment material on the color of different ceramic crown systems. *J Prosthet Dent*, 2016.

DELLA BONA, A. Adesão às cerâmicas: evidências científicas para o uso clínico. São Paulo: Artes Médicas. 2009.

DELLA BONA, A.; BARRETT, A. A.; ROSA, V.; PINZETTA, C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dent Mater*, v. 25, n. 2, p. 276-281, 2009.

DELLA BONA, A.; CORAZZA, P. H.; ZHANG, Y. Characterization of a polymer infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater*, v. 30, n. 5, p. 564-569, 2014a.

DELLA BONA, A.; NOGUEIRA, A. D.; PECHO, O. E.; Optical properties of CAD/CAM ceramic systems. *J Dent*, v. 42, p. 1202-1209, 2014b.

DELLA BONA, A.; PECHO, O. E.; GHINEA, R.; CARDONA, J. C.; PÉREZ, M. M.; Colour parameters and shade correspondence of CAD/CAM ceramic systems. *J Dent*, v. 43, p. 726-734, 2015.

DOZIC, A.; KLEVERLAAN, C.J.; MEEGDES, M.; VAN DER ZEL, J.; FEILZER, A. J. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *J Prosthet Dent*, v. 90, n. 6, p. 563-570, 2003.

DUNN, D. B. The use of a zirconia custom implantsupported fixed partial denture prosthesis to treat implant failure in the anterior maxilla: A clinical report. *J Prosthet Dent*, v. 100, n. 6, p. 415-421, 2008.

FARHAN, D.; SUKUMAR, S.; STEIN-LAUSNITZ, A.; AARABI, G.; ALAWNEH, A.; REISSMANN, D. R. Masking ability of bi and tri laminate all-ceramic veneers on tooth-colored ceramic discs. *Esthet Restor Dent.*, v. 26, n. 4, p. 232-239, 2014.

GHINEA, R.; PÉREZ, M. M.; HERRERA, L. J.; RIVAS, M. J.; YEBRA, A.; PARAVINA, R. D. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*, v. 38, p. 57-64, 2010.

GIORDANO, R.; MCLAREN, E. A. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compend Contin Educ Dent*, v. 31, n. 9, p. 682-684, 2010.

GRACIS, S.; THOMPSON, V. P.; FERENCZ, J. L.; SILVA, N. R.; BONFANTE, E. A. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont*, v. 28, n. 3, p. 227-235, 2015.

GÓMEZ-POLO, C.; MUÑOZ, M. P.; LUENGO, M. C. L.; VICENTE, P.; GALINDO, P.; CASADO, A. M. M. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent*, v. 115, n. 1, p. 65-70, 2016.

GOIJAT, A.; ABOUELLEIL, H.; COLON, P.; JEANNIN, C.; PRADELLE, N.; SEUX, D.; GROSGOGÉAT, B. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *J Prosthet Dent*, v.17, 2017.

HARADA, K.; RAIGRODSKI, A. J.; CHUNG, K.; FLINN, B. D.; DOGAN, S.; MANCL, L.A. A comparative evaluation of the translucency of zirconias and lithium disilicate for monolithic restorations. *J Prosthet Dent*, 2016.

HEFFERNAN, M. J.; AQUILINO, S. A.; DIAZ-ARNOLD, A. M.; HASLTON, D. R.; STANFORD, C. M.; VARGAS, M. A.; Relative

translucency of six all-ceramics systems. Part I: Core materials. *J Prosthet Dent*, v. 88, n. 1, p. 4-9, 2002.

HUNT, R.W.G. Measuring colour, 3rd Edition. Oxford: Fountain Press Limited. 1998.

International Organization for Standardization. ISO/TR 28642: Dentistry - Guidance on colour measurement. 2016.

JEONG, I.; BAE, S.; KIM, D.; KIM, J.; KIM, W. Translucency of zirconia-based pressable ceramics with different core and veneer thicknesses. *J Prosthet Dent*, v. 115, n. 6, p. 768-772, 2016.

JOHNSTON, W. M.; MA, T.; KIENLE, B. H. Translucency Parameter of Colorants for Maxillofacial Prostheses. *Int J Prosthodont*, v. 8, n. 1, p. 79-86, 1995.

KHASHAYAR, G.; BAIN, P. A.; SALARI, S.; DOZIC, A.; KLEVERLAAN, C. J.; FEILZER, A. J.; Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent*, v. 42, p. 637-644, 2014.

KELLY, J. R.; BENETTI, P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J*, v. 56, n. 1 (suppl), p. 84-96, 2011.

KIM-PUSATERI S.; BREWER J. D.; DUNFORD R. G.; WEE A.G. In vitro model to evaluate reliability and accuracy of a dental shade-matching instrument. *J Prosthet Dent*, v. 98, n. 5, p. 353-358, 2007.

KIM, H.; KIM, S.; LEE, J.; HAN, J.; YEO, I.; HA, S.; Effect of the amount of thickness reduction on color and translucency of dental monolithic zirconia ceramics. *J Adv Prosthodont*, v. 8, p. 37-42, 2016.

KIM S. J.; SON H. H.; CHO B. H.; LEE I. B.; UM C. M. Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins. *J Dent*, v. 37, n. 2, p. 102-107, 2009.

KÜRKLÜ, D.; AZER, S. S.; YILMAZ, B.; JOHNSTON, W. M. Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and

translucency of porcelain veneering materials. *J Dent*, v. 4, p. 43-50, 2013.

LI, R. W. K.; CHOW, T. W.; MATINLINNA, J. P. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *J Prosthodont Res*, v. 58, p. 208-216, 2014.

LINDSEY, D.T.; WEE, A.G. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent*, v. 35, p. 593-599, 2007.

LUO, M. R.; CUI, G.; RIGG, B. The Development of the CIE 2000 Colour-Difference Formula: CIEDE2000. *Color Research and Application*, v. 26, n. 5, p. 340-350, 2001.

MACLAREN, E. A.; FIGUEIRA, J. Updating Classifications of Ceramic Dental Materials: A Guide to Material Selection. *Compend Contin Educ Dent*, v. 36, n.6, p. 400-405, 2015.

MANGINE, H.; JAKES, K.; NOEL, C. Preliminary comparison of CIE color differences. *Color Res Appl*, v. 30, p. 288-294, 2005.

MASSOUD, Y. A. A method for fabricating a cast post and core that is esthetic when used under an all-ceramic crown. *J Prosthet Dent*, v. 88, n. 5, p. 553-554, 2002.

MEINCKE, D. L.; PRADO, M.; GOMES, B. P. F.; DELLA BONA, A.; SOUSA, E. L. R. Effect of endodontic sealers on tooth color. *J Dent*, v. 4, p. 93-96, 2013.

NASSAU, K. *Color for Science, Art and Technology*, 1st Edition. Amsterdã: Elsevier. 1997.

NOGUEIRA, A. D.; DELLA BONA, A. The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. *J Dent*, v. 41, n. 3, p. 18-23, 2013.

OH, S. H.; KIM, S. G. Effect of abutment shade, ceramic thickness, and coping type on the final shade of zirconia all-ceramic restorations: in

vitro study of color masking ability. *J Adv Prosthodont*, v. 7, n. 5, p. 368-374, 2015.

OKAMURA, M.; CHENN, K. K.; KAKIHAWA, H.; KOZONO, Y. Application of alumina coping to porcelain laminate veneered crown: part 1 masking ability for discolored teeth. *Dent Mater J.*, v. 23, n. 2, p. 180-183, 2004.

OTTO, T.; DE NISCO, S. Computer-Aided Direct Ceramic Restorations: A 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont*, v. 15, n. 2, p. 122-128, 2002.

PARAVINA, R. D.; GHINEA, R.; HERRERA, L. J.; DELLA BONA, A.; IGIEL, C.; LINNINGER, M.; SAKAI, M.; TAKAHASHI, H.; TASHKANDI, E.; PEREZ, M. Color Difference Thresholds in Dentistry. *J Esthet Restor Dent*, v. 27, p. 1-9, 2015.

PECHO, O. E. Caracterización óptica y estructural de las cerámicas en base a policristales tetragonales de zirconia estabilizados con ytria. 2012. 253 f. Tese (doutorado em?) – Faculdade de Ciências, Universidade de Granada, Granada, 2012.

PECHO, O. E.; GHINEA, R.; ALESSANDRETTI, R.; PÉREZ, M. M.; DELLA BONA, A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater*, v. 32, p. 82-92, 2016a.

PECHO, O. E.; GHINEA, R.; AMARAL, E. N.; CARDONA, J. C.; DELLA BONA, A.; PÉREZ, M. M. Relevant optical properties for direct restorative materials. *Dent Mater*, v. 32, p. 105-112, 2016b.

PECHO, O. E.; GHINEA, R.; IONESCU, A. M.; CARDONA, J. C.; PARAVINA, R. D.; PÉREZ, M. M. Color and translucency of zirconia ceramics, human dentine and bovine dentine. *J Dent*, v. 40, p. 34-40, 2012.

PECHO, O. E.; GHINEA, R.; PEREZ, M.M.; DELLA BONA, A. Influence of gender on visual shade matching in dentistry. *J Esthet Restor Dent*, v. 29, p. 15-23, 2017.

PEUMANS, M.; MEERBEEK, B.; LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*, v. 28, p. 163-177, 2000.

PÉREZ, M. M.; GHINEA, R.; HERRERA, L. J.; IONESCU, A. M.; POMARES, H.; PULGAR, R.; PARAVINA, R. D. Dental ceramics: A CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent*, v. 39, p. 37-44, 2011.

PÉREZ, M. M.; GHINEA, R.; RIVAS, M. J.; YEBRA, A.; IONESCU, A. M.; PARAVINA, R. D.; HERRERA, L. J. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater*, v. 32, n. 3, p. 461-467, 2016.

PIRES, L. A.; NOVAIS, P. M. R.; ARAÚJO, V. D.; PEGORARO, L. F. Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent*, 2016.

POGGIO, C. E.; ERCOLI, C.; RISPOLI, L.; MAIORANA, C.; ESPOSITO, M. Metal-free materials for prosthodontic restorations. *Cochrane Database Syst Rev*, v. 20, n. 12, 2017.

POP-CIUTRILA, I. S.; DUDEA, D.; EUGENIA BADEA, M.; MOLDOVAN, M.; CÎMPEAN, S. I.; GHINEA, R. Shade Correspondence, Color, and Translucency Differences between Human Dentine and a CAD/CAM Hybrid Ceramic System. *J Esthet Restor Dent*, v. 28, p. 46-55, 2016.

POWERS J. M.; DENNISON, J. B.; LEPEAK, P. J. Parameters that affect the color of direct restorative resins. *J Dent Res*, v. 57, p. 876-880, 1978.

QUEIROZ, R. S.; ALVIM, H. H.; SILVA, D. N.; GONÇALVES, A. M.; PORTO-NETO, S. T. Métodos para avaliação da translucidez de materiais restauradores estéticos – revisão de literatura. *Rev Odontol UNESP*, v. 36, n. 2, p. 109-112, 2007.

RAGAIN, J. C.; JOHNSTON, W. M. Accuracy of Kubelka-Munk reflectance theory applied to human dentin and enamel. *J Dent Res*, v. 80, n. 2, p. 449-452, 2001.

RASETTO, F. H.; DRISCOLL, C. F.; PRESTIPINO, V.; MASRI, R.; VON FRAUNHOFER, J. A. Light transmission through all-ceramic dental materials: a pilot study. *J Prosthet Dent*, v. 91, n. 5, p. 441-446, 2004.

RIGONI, P.; AMARAL, F. L. B.; FRANÇA, F. M. G.; BASTING, R. T. Color agreement between nanofluorapatite ceramic discs associated with try-in pastes and with resin cements. *Braz Oral Res*, v. 26, n. 6, p. 516-522, 2012.

RAPTIS, N. V.; MICHALAKIS, K. X.; HIRAYAMA, H. Optical behavior of current ceramic systems. *Int J Periodontics Restorative Dent*, v. 26, n. 1, p. 31-41, 2006.

SAJJAD, A. Computer-assisted design/computer-assisted manufacturing systems: A revolution in restorative dentistry. *J Indian Prosthodont Soc*, v. 16, n. 1, p. 96-99, 2016.

SEN, N.; US, Y. O. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*, 2017.

SHONO, N. N.; NAHEDH, H. N. A. Contrast Ratio and Masking Ability of Three Ceramic Veneering Materials. *Oper Dent*, v. 37, n. 4, p. 406-416, 2012.

TABATABAIAN, F.; MASOOMI, F.; NAMDARI, M.; MAHSHID, M. Effect of Three Different Core Materials on Masking Ability of a Zirconia Ceramic. *J Dent*, v. 13, n. 5, p. 340-348, 2016.

TABATABAIAN, F.; DALIRANI, S.; NAMDARI, M. Effect of Thickness of Zirconia Ceramic on Its Masking Ability: An In Vitro Study. *J Prosthodont*, 2017.

TABATABAIAN, F.; SHABANI, S.; NAMDARI, M.; SADEGHPOUR K. Masking ability of a zirconia ceramic on composite resin substrates shades. *Dent Res J*, v. 14, n. 4, p. 389-394, 2017.

TABATABAIAN, F.; TAGHIZADE, F.; NAMDARI, M. Effect of coping thickness and background type on the masking ability of a zirconia ceramic. *J Prosthet Dent*, v. 119, n. 1, p. 159-165, 2018.

TAKENAKA S.; WAKAMATSU R.; OZOE Y.; TOMITA F.; FUKUSHIMA M.; OKIJI T. Translucency and color change of tooth-colored temporary coating materials. *Am J Dent*, v. 22, n. 6, p. 361-365, 2009

VAGKOPOULOU, T.; KOUTAYAS, S. O.; KOIDIS, P.; STRUB, JR. Zirconia in dentistry. Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Dent*, v. 4, n. 2, p. 130-151, 2009.

VAN NOORT, R. Introdução aos Materiais Dentários. Amesterdã: Elsevier. 2010.

VOGEL, R. I.; AUSTIN, G.; NEWARK, N. J. Tetracycline-induced extrinsic discoloration of the dentition. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v. 44, n. 1, p. 50-53, 1977.

XING, W.; JIANG, T.; MA, X.; LIANG, S.; WANG, Z.; SA, Y.; WANG, Y. Evaluation of the esthetic effect of resin cements and try-in pastes on ceromer veneers. *J Dent*, v. 38, p. 87-94, 2010.

WEE, A. G.; KANG, E. Y.; JERE, D.; BECK, F. M. Clinical Color Match of Porcelain Visual Shade-Matching Systems. *J Esthet Restor Dent*, v. 17, n. 6, p. 351-358, 2005.

YU, B.; AHN, J.; LEE, Y. Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontol Scand*, v. 67, p. 57-64, 2009.

YUAN, K.; SUN, X.; WANG, F.; WANG, H.; CHEN, J. In vitro and in vivo evaluations of three computer-aid shade matching instruments. *Oper Dent*, v. 37, n. 3, p. 219-330, 2012.

ZHANG, F.; ZHAO, Y. Study on color masking ability of restauration material Vita Mark II. *West China Journal of stomatology*, v. 21, n. 6, p. 454-456, 2003.

ANEXOS

ANEXO 1 – Valores das coordenadas de cor (L^* , a , b) dos SRI sobre fundo branco e preto e parâmetro de translucidez (TP).

	BLANCO			NEGRO			TP
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
CDON11	88,287411	-0,5370357	14,5500479	75,3441028	-0,66183766	7,69268946	14,65
CDON12	88,289645	-0,53463965	14,5110069	75,3236366	-0,66313951	7,70728387	14,64
CDON13	88,1970152	-0,54516119	14,5290105	75,2926939	-0,65362764	7,70672333	14,60
CDON21	87,9470947	-0,41756936	14,7229608	75,6109444	-0,79977626	7,56165774	14,27
CDON22	88,1225675	-0,43146379	14,7508143	75,6779665	-0,78771014	7,55467329	14,38
CDON23	88,1189079	-0,41050179	14,7170953	75,7165973	-0,79242998	7,55894569	14,32
CDON31	88,0715303	-0,49314592	13,9942464	75,1832473	-0,77239017	6,96162111	14,68
CDON32	88,1086876	-0,46632161	13,9938633	75,2377784	-0,76685036	6,96649324	14,67
CDON33	88,0685179	-0,44344623	13,9827279	75,4028548	-0,77291465	7,00726951	14,46
CDON41	87,7692948	-0,31676829	14,9151327	75,3365602	-0,65973983	7,7015096	14,38
CDON42	87,6908481	-0,30430363	14,9001453	75,3635078	-0,66303546	7,71698407	14,27
CDON43	87,648817	-0,30279431	14,9098733	75,4214381	-0,67513551	7,73117327	14,18
CDON51	87,1270491	-0,26927616	16,132008	75,0125098	-0,91536444	8,90521552	14,12
CDON52	87,1131191	-0,27572604	16,1358672	75,0779183	-0,91060251	8,90735679	14,05
CDON53	87,1146339	-0,27234408	16,1237948	75,0213906	-0,92719256	8,91576239	14,09
X	87,85	-0,40	14,86	75,33	-0,76	7,77	14,39
SD	0,42	0,10	0,73	0,22	0,10	0,65	0,22

	BLANCO			NEGRO			TP
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
YLDT11	88,2311057	-0,7263861	18,4144256	85,6658462	-0,79781974	16,1709067	3,41
YLDT12	88,2182589	-0,71856458	18,4260693	85,7951198	-0,79520781	16,1675735	3,31
YLDT13	88,220455	-0,707323	18,4133581	85,7770308	-0,78812152	16,1818095	3,31
YLDT21	87,0264011	-0,46531186	19,04098	84,7139484	-0,78256659	16,9163402	3,16
YLDT22	86,9406373	-0,46381802	19,0195492	84,7883114	-0,81646378	16,9425814	3,01
YLDT23	87,0191089	-0,4612229	19,0355968	84,7203212	-0,82108486	16,9564837	3,12
YLDT31	88,6572076	-0,65904761	18,0742264	84,9799238	-0,85525969	14,8768655	4,88
YLDT32	88,7659408	-0,69488843	18,1203235	84,9783635	-0,84621442	14,863577	5,00
YLDT33	88,7100811	-0,66312296	18,1106024	85,0177476	-0,8460952	14,8604946	4,92
YLDT41	87,7278225	-0,35981919	19,2554151	84,3877235	-0,60883035	16,1314756	4,58
YLDT42	87,7662265	-0,38415182	19,260499	84,4986851	-0,61784992	16,1384352	4,53
YLDT43	87,7152725	-0,36131943	19,2498372	84,4715235	-0,60074119	16,1424562	4,50
YLDT51	89,166185	-0,65921767	18,0003224	87,4247442	-0,67129636	16,2084646	2,50
YLDT52	89,0967014	-0,63752116	17,9969404	87,3224842	-0,66573246	16,2189011	2,51
YLDT53	89,0495921	-0,65153848	18,0017705	87,313903	-0,67154618	16,1939543	2,51
X	88,15	-0,57	18,56	85,46	-0,75	16,06	3,68
SD	0,77	0,14	0,52	1,08	0,09	0,69	0,94

	BLANCO			NEGRO			TP
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
LDC11	82,6754767	1,10361264	21,0464127	72,6071395	-1,1575223	10,8299437	14,52
LDC12	82,6393512	1,10108801	21,0664216	72,5508954	-1,15367017	10,8164187	14,56
LDC13	82,5785175	1,12004227	21,0145762	72,4678877	-1,15107141	10,8322483	14,53
LDC21	82,6120806	1,09680379	21,2712141	72,5252315	-1,17361409	10,9649079	14,60
LDC22	82,6404837	1,10293761	21,2733086	72,5043372	-1,18013401	10,964971	14,64
LDC23	82,585974	1,09205264	21,2666763	72,4798917	-1,15960538	10,9480646	14,62
LDC31	82,7706139	1,08663549	21,3116431	72,354583	-1,22754537	10,8622943	14,93
LDC32	82,7351222	1,07409584	21,3120511	72,3118866	-1,23797152	10,8815403	14,93
LDC33	82,7671119	1,08075337	21,2999739	72,3771367	-1,23774912	10,9009144	14,88
LDC41	82,5501096	1,0865289	21,4834534	72,1931971	-1,22586146	11,078975	14,86
LDC42	82,4719775	1,07498497	21,4809966	72,1477364	-1,21139895	11,0596677	14,85
LDC43	82,6261674	1,07031666	21,5149256	72,1835681	-1,2181447	11,0685268	14,95
LDC51	82,89228	0,98930921	21,4589863	72,4092529	-1,2396612	10,9615817	15,00
LDC52	82,8634007	1,00303204	21,4531705	72,2956488	-1,22190839	10,9472557	15,07
LDC53	82,8208173	0,97463395	21,4603515	72,329983	-1,21651204	10,9454039	15,01
X	82,68	1,07	21,31	72,38	-1,20	10,94	14,80
SD	0,12	0,04	0,17	0,14	0,03	0,09	0,20

	BLANCO			NEGRO			TP
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
YZW11	86,2045491	-1,2630835	14,7234205	77,4749841	-1,86155058	6,69990311	11,87
YZW12	86,0674685	-1,25491839	14,7302819	77,4868307	-1,8426907	6,70457584	11,76
YZW13	86,0658757	-1,24608755	14,7455527	77,4087485	-1,84681683	6,72286149	11,82
YZW21	86,530461	-1,15892499	11,9027597	76,4415883	-1,70942637	4,41165294	12,58
YZW22	86,5532072	-1,143744	11,9273775	76,4815827	-1,69995943	4,46692712	12,55
YZW23	86,4933775	-1,14970121	11,9370464	76,3896148	-1,68753372	4,45666716	12,58
YZW31	86,4746371	-1,1006733	11,6128983	77,4231567	-1,55368314	4,06225101	11,80
YZW32	86,4875925	-1,08002215	11,5968584	77,4094693	-1,53810198	4,12469299	11,77
YZW33	86,4309521	-1,07466236	11,6036498	77,3966305	-1,52235208	4,13656532	11,73
YZW41	86,9431075	-1,06850397	11,1644375	76,7859126	-1,63962337	3,97108404	12,46
YZW42	86,9310988	-1,05140063	11,1812487	76,7501589	-1,62466965	3,99285888	12,48
YZW43	86,9420261	-1,05321111	11,2007072	76,7185704	-1,59628216	3,98855981	12,52
YZW51	86,7873711	-1,04622165	10,3668051	78,4369591	-1,45646161	3,65853169	10,72
YZW52	86,7370231	-1,01591811	10,3586472	78,4002155	-1,45820472	3,68105583	10,69
YZW53	86,8193514	-1,01282877	10,3815014	78,4431607	-1,4277098	3,67429181	10,74
X	86,56	-1,11	11,96	77,30	-1,63	4,58	11,87
SD	0,30	0,08	1,53	0,71	0,14	1,13	0,69

	BLANCO			NEGRO			TP
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
PICN11	89,9515737	0,3059104	9,25715411	77,1190145	0,06816499	2,97711101	14,29
PICN12	89,9554201	0,32224877	9,23354191	77,1639528	0,07507154	2,9870474	14,24
PICN13	89,9985835	0,29890247	9,24547225	77,1263817	0,06639956	3,00031937	14,31
PICN21	89,9096304	0,28255871	9,49796724	74,9553694	-0,0457134	2,49682447	16,52
PICN22	89,8843931	0,2811819	9,4858921	75,0447728	-0,03832408	2,4988913	16,41
PICN23	89,932805	0,26976182	9,49635397	74,9375482	-0,03910533	2,49680098	16,55
PICN31	89,3987935	0,44227696	9,08360317	74,7667279	0,14461076	2,32579909	16,12
PICN32	89,4064097	0,45005356	9,10321264	74,8161414	0,1270577	2,32235465	16,09
PICN33	89,3029054	0,43070701	9,09305613	74,7379103	0,130851	2,34433964	16,06
PICN41	89,0686984	0,20404807	9,26285136	75,5418682	-0,06368279	2,72644287	15,03
PICN42	89,1248899	0,18514866	9,28409086	75,5437284	-0,07846689	2,73238953	15,08
PICN43	89,1143011	0,17958302	9,29696089	75,5621645	-0,08158608	2,74114862	15,06
PICN51	89,539531	0,25437154	9,23601996	74,8261808	-0,04140915	2,4204847	16,22
PICN52	89,5982378	0,25774568	9,22381337	74,763652	-0,04539191	2,43435955	16,32
PICN53	89,5857733	0,2607667	9,26911452	74,8992067	-0,04890886	2,42523104	16,21
X	89,58	0,30	9,27	75,45	0,01	2,60	15,63
SD	0,34	0,09	0,13	0,92	0,08	0,25	0,87

ANEXO 2 – Valores das diferenças de cor (CIELAB/CIEDE2000) dos SRI acoplados (CP-A) sobre os substratos ND3, ND8 e ND9.

CAD ON			CAD ON			CAD ON		
ND3	ND8	CIEDE2000	ND3	ND9	CIEDE2000	ND3	ND9	CIEDE2000
ACD3.1	ACD8.1	4,36	ACD3.1	ACD9.1	9,79	ACD3.1	ACD9.1	7,14
ACD3.1	ACD8.2	4,20	ACD3.1	ACD9.2	9,00	ACD3.1	ACD9.2	6,55
ACD3.1	ACD8.3	4,68	ACD3.1	ACD9.3	9,98	ACD3.1	ACD9.3	7,26
ACD3.1	ACD8.4	4,39	ACD3.1	ACD9.4	9,35	ACD3.1	ACD9.4	6,81
ACD3.1	ACD8.5	3,98	ACD3.1	ACD9.5	8,81	ACD3.1	ACD9.5	6,53
ACD3.2	ACD8.1	4,55	ACD3.2	ACD9.1	10,04	ACD3.2	ACD9.1	7,37
ACD3.2	ACD8.2	4,39	ACD3.2	ACD9.2	9,25	ACD3.2	ACD9.2	6,78
ACD3.2	ACD8.3	4,88	ACD3.2	ACD9.3	10,23	ACD3.2	ACD9.3	7,48
ACD3.2	ACD8.4	4,58	ACD3.2	ACD9.4	9,60	ACD3.2	ACD9.4	7,03
ACD3.2	ACD8.5	4,19	ACD3.2	ACD9.5	9,08	ACD3.2	ACD9.5	6,78
ACD3.3	ACD8.1	4,60	ACD3.3	ACD9.1	10,14	ACD3.3	ACD9.1	7,43
ACD3.3	ACD8.2	4,49	ACD3.3	ACD9.2	9,38	ACD3.3	ACD9.2	6,85
ACD3.3	ACD8.3	4,92	ACD3.3	ACD9.3	10,32	ACD3.3	ACD9.3	7,54
ACD3.3	ACD8.4	4,66	ACD3.3	ACD9.4	9,71	ACD3.3	ACD9.4	7,10
ACD3.3	ACD8.5	4,14	ACD3.3	ACD9.5	9,13	ACD3.3	ACD9.5	6,81
ACD3.4	ACD8.1	4,26	ACD3.4	ACD9.1	9,79	ACD3.4	ACD9.1	7,23
ACD3.4	ACD8.2	4,13	ACD3.4	ACD9.2	9,02	ACD3.4	ACD9.2	6,65
ACD3.4	ACD8.3	4,58	ACD3.4	ACD9.3	9,98	ACD3.4	ACD9.3	7,34
ACD3.4	ACD8.4	4,31	ACD3.4	ACD9.4	9,36	ACD3.4	ACD9.4	6,90
ACD3.4	ACD8.5	3,88	ACD3.4	ACD9.5	8,81	ACD3.4	ACD9.5	6,63
ACD3.5	ACD8.1	5,07	ACD3.5	ACD9.1	10,56	ACD3.5	ACD9.1	7,53
ACD3.5	ACD8.2	5,07	ACD3.5	ACD9.2	9,86	ACD3.5	ACD9.2	7,00
ACD3.5	ACD8.3	5,36	ACD3.5	ACD9.3	10,73	ACD3.5	ACD9.3	7,64
ACD3.5	ACD8.4	5,23	ACD3.5	ACD9.4	10,17	ACD3.5	ACD9.4	7,23
ACD3.5	ACD8.5	4,35	ACD3.5	ACD9.5	9,42	ACD3.5	ACD9.5	6,82
		X			X			
		SD			SD			
		0,38574414			0,54184009			
		0,2343126			0,33445324			

CAD ON		YLD-T		CIEDEZ000		CIELAB		CIEDEZ000		CIELAB		CIEDEZ000	
ND8	ND9	ND3	ND8	CIELAB	CIEDEZ000	CIELAB	CIEDEZ000	CIELAB	CIEDEZ000	CIELAB	CIEDEZ000	CIELAB	CIEDEZ000
ACD8.1	ACD9.1	AYL3.1	AYL8.1	5,82	4,89	5,82	4,89	0,61	0,38	0,61	0,38	0,61	0,38
ACD8.1	ACD9.2	AYL3.1	AYL8.2	5,19	4,47	5,19	4,47	1,83	1,20	1,83	1,20	1,83	1,20
ACD8.1	ACD9.3	AYL3.1	AYL8.3	5,97	4,94	5,97	4,94	2,32	1,42	2,32	1,42	2,32	1,42
ACD8.1	ACD9.4	AYL3.1	AYL8.4	5,45	4,63	5,45	4,63	1,83	1,16	1,83	1,16	1,83	1,16
ACD8.1	ACD9.5	AYL3.1	AYL8.5	4,91	4,43	4,91	4,43	1,11	0,69	1,11	0,69	1,11	0,69
ACD8.2	ACD9.1	AYL3.2	AYL8.1	5,85	4,85	5,85	4,85	1,51	0,92	1,51	0,92	1,51	0,92
ACD8.2	ACD9.2	AYL3.2	AYL8.2	5,11	4,36	5,11	4,36	0,83	0,53	0,83	0,53	0,83	0,53
ACD8.2	ACD9.3	AYL3.2	AYL8.3	6,02	4,92	6,02	4,92	2,47	1,41	2,47	1,41	2,47	1,41
ACD8.2	ACD9.4	AYL3.2	AYL8.4	5,43	4,55	5,43	4,55	1,64	0,94	1,64	0,94	1,64	0,94
ACD8.2	ACD9.5	AYL3.2	AYL8.5	5,07	4,45	5,07	4,45	2,61	1,64	2,61	1,64	2,61	1,64
ACD8.3	ACD9.1	AYL3.3	AYL8.1	5,54	4,71	5,54	4,71	0,97	0,70	0,97	0,70	0,97	0,70
ACD8.3	ACD9.2	AYL3.3	AYL8.2	4,95	4,32	4,95	4,32	1,52	1,01	1,52	1,01	1,52	1,01
ACD8.3	ACD9.3	AYL3.3	AYL8.3	5,68	4,75	5,68	4,75	0,87	0,61	0,87	0,61	0,87	0,61
ACD8.3	ACD9.4	AYL3.3	AYL8.4	5,18	4,46	5,18	4,46	0,65	0,45	0,65	0,45	0,65	0,45
ACD8.3	ACD9.5	AYL3.3	AYL8.5	4,61	4,24	4,61	4,24	1,95	1,30	1,95	1,30	1,95	1,30
ACD8.4	ACD9.1	AYL3.4	AYL8.1	5,70	4,80	5,70	4,80	1,13	0,91	1,13	0,91	1,13	0,91
ACD8.4	ACD9.2	AYL3.4	AYL8.2	4,99	4,33	4,99	4,33	0,83	0,80	0,83	0,80	0,83	0,80
ACD8.4	ACD9.3	AYL3.4	AYL8.3	5,87	4,86	5,87	4,86	1,79	1,15	1,79	1,15	1,79	1,15
ACD8.4	ACD9.4	AYL3.4	AYL8.4	5,29	4,51	5,29	4,51	0,99	0,67	0,99	0,67	0,99	0,67
ACD8.4	ACD9.5	AYL3.4	AYL8.5	4,93	4,41	4,93	4,41	2,31	1,58	2,31	1,58	2,31	1,58
ACD8.5	ACD9.1	AYL3.5	AYL8.1	6,57	5,16	6,57	5,16	1,68	1,10	1,68	1,10	1,68	1,10
ACD8.5	ACD9.2	AYL3.5	AYL8.2	6,06	4,79	6,06	4,79	3,11	2,03	3,11	2,03	3,11	2,03
ACD8.5	ACD9.3	AYL3.5	AYL8.3	6,69	5,20	6,69	5,20	3,19	2,02	3,19	2,02	3,19	2,02
ACD8.5	ACD9.4	AYL3.5	AYL8.4	6,26	4,92	6,26	4,92	2,92	1,88	2,92	1,88	2,92	1,88
ACD8.5	ACD9.5	AYL3.5	AYL8.5	5,37	4,47	5,37	4,47	0,63	0,44	0,63	0,44	0,63	0,44
				X	5,54	X	4,66	X	1,65	X	1,08	X	1,08
				SD	0,53953492	SD	0,26844066	SD	0,79967606	SD	0,48887544	SD	0,48887544

YLD-T			YLD-T			YLD-T		
ND3	ND9	ND9	CIELAB	CIEDE2000	NDB	ND9	CIELAB	CIEDE2000
AYL3.1	AYL9.1	AYL9.1	0,87	0,65	AYL8.1	AYL9.1	0,36	0,37
AYL3.1	AYL9.2	AYL9.2	1,98	1,35	AYL8.1	AYL9.2	1,64	1,10
AYL3.1	AYL9.3	AYL9.3	2,66	1,72	AYL8.1	AYL9.3	2,09	1,37
AYL3.1	AYL9.4	AYL9.4	2,65	1,73	AYL8.1	AYL9.4	2,11	1,39
AYL3.1	AYL9.5	AYL9.5	1,33	0,87	AYL8.1	AYL9.5	1,32	0,87
AYL3.2	AYL9.1	AYL9.1	1,74	1,13	AYL8.2	AYL9.1	1,64	1,08
AYL3.2	AYL9.2	AYL9.2	1,06	0,78	AYL8.2	AYL9.2	0,30	0,32
AYL3.2	AYL9.3	AYL9.3	2,31	1,41	AYL8.2	AYL9.3	1,51	0,91
AYL3.2	AYL9.4	AYL9.4	2,13	1,32	AYL8.2	AYL9.4	1,30	0,80
AYL3.2	AYL9.5	AYL9.5	2,77	1,75	AYL8.2	AYL9.5	2,84	1,83
AYL3.3	AYL9.1	AYL9.1	0,99	0,90	AYL8.3	AYL9.1	1,60	1,06
AYL3.3	AYL9.2	AYL9.2	1,60	1,19	AYL8.3	AYL9.2	1,80	1,11
AYL3.3	AYL9.3	AYL9.3	1,42	1,12	AYL8.3	AYL9.3	0,87	0,65
AYL3.3	AYL9.4	AYL9.4	1,52	1,17	AYL8.3	AYL9.4	1,12	0,77
AYL3.3	AYL9.5	AYL9.5	1,87	1,35	AYL8.3	AYL9.5	2,45	1,61
AYL3.4	AYL9.1	AYL9.1	1,38	1,21	AYL8.4	AYL9.1	1,32	0,99
AYL3.4	AYL9.2	AYL9.2	1,09	1,11	AYL8.4	AYL9.2	1,08	0,82
AYL3.4	AYL9.3	AYL9.3	1,84	1,39	AYL8.4	AYL9.3	0,93	0,76
AYL3.4	AYL9.4	AYL9.4	1,73	1,34	AYL8.4	AYL9.4	0,94	0,77
AYL3.4	AYL9.5	AYL9.5	2,42	1,73	AYL8.4	AYL9.5	2,42	1,63
AYL3.5	AYL9.1	AYL9.1	1,78	1,25	AYL8.5	AYL9.1	1,30	0,89
AYL3.5	AYL9.2	AYL9.2	3,24	2,17	AYL8.5	AYL9.2	2,91	1,90
AYL3.5	AYL9.3	AYL9.3	3,72	2,45	AYL8.5	AYL9.3	3,22	2,10
AYL3.5	AYL9.4	AYL9.4	3,78	2,49	AYL8.5	AYL9.4	3,31	2,17
AYL3.5	AYL9.5	AYL9.5	1,04	0,78	AYL8.5	AYL9.5	0,44	0,37
			X	1,96			X	1,63
			SD	0,8185554			SD	0,85460055
				0,48108584				0,52210713

LDC		LDC		LDC		LDC		LDC	
ND3	ND8	CIELAB	CIEDE2000	ND3	ND9	CIELAB	CIEDE2000	CIELAB	CIEDE2000
ALD3.1	ALD8.1	3,41	2,25	ALD3.1	ALD9.1	8,54	6,42		
ALD3.1	ALD8.2	3,43	2,30	ALD3.1	ALD9.2	8,35	6,28		
ALD3.1	ALD8.3	3,75	2,54	ALD3.1	ALD9.3	8,48	6,41		
ALD3.1	ALD8.4	3,64	2,49	ALD3.1	ALD9.4	8,45	6,40		
ALD3.1	ALD8.5	3,46	2,38	ALD3.1	ALD9.5	7,84	5,94		
ALD3.2	ALD8.1	4,16	2,73	ALD3.2	ALD9.1	9,34	7,02		
ALD3.2	ALD8.2	4,18	2,76	ALD3.2	ALD9.2	9,16	6,88		
ALD3.2	ALD8.3	4,49	2,99	ALD3.2	ALD9.3	9,29	7,01		
ALD3.2	ALD8.4	4,36	2,92	ALD3.2	ALD9.4	9,26	7,01		
ALD3.2	ALD8.5	4,18	2,81	ALD3.2	ALD9.5	8,65	6,55		
ALD3.3	ALD8.1	4,04	2,62	ALD3.3	ALD9.1	9,21	6,92		
ALD3.3	ALD8.2	4,04	2,63	ALD3.3	ALD9.2	9,03	6,79		
ALD3.3	ALD8.3	4,34	2,85	ALD3.3	ALD9.3	9,17	6,92		
ALD3.3	ALD8.4	4,20	2,78	ALD3.3	ALD9.4	9,12	6,91		
ALD3.3	ALD8.5	4,01	2,66	ALD3.3	ALD9.5	8,52	6,46		
ALD3.4	ALD8.1	4,20	2,68	ALD3.4	ALD9.1	9,34	6,98		
ALD3.4	ALD8.2	4,17	2,68	ALD3.4	ALD9.2	9,16	6,85		
ALD3.4	ALD8.3	4,46	2,89	ALD3.4	ALD9.3	9,30	6,98		
ALD3.4	ALD8.4	4,31	2,80	ALD3.4	ALD9.4	9,25	6,97		
ALD3.4	ALD8.5	4,12	2,68	ALD3.4	ALD9.5	8,65	6,52		
ALD3.5	ALD8.1	4,45	2,87	ALD3.5	ALD9.1	9,61	7,15		
ALD3.5	ALD8.2	4,44	2,88	ALD3.5	ALD9.2	9,42	7,01		
ALD3.5	ALD8.3	4,74	3,11	ALD3.5	ALD9.3	9,56	7,14		
ALD3.5	ALD8.4	4,60	3,03	ALD3.5	ALD9.4	9,51	7,13		
ALD3.5	ALD8.5	4,42	2,91	ALD3.5	ALD9.5	8,91	6,68		
		X	4,14			X	9,01		6,77
		SD	0,36098514			SD	0,4489106		0,3160546
			0,21801985						

LDC		YZW		CIEDE2000		CIELAB		CIEDE2000		CIELAB	
ND8	ND9	ND3	ND8								
ALD8.1	ALD9.1	CYZ3.1	CYZ8.1	5,31	4,53	5,21	3,84				
ALD8.1	ALD9.2	CYZ3.1	CYZ8.2	5,13	4,41	3,93	2,82				
ALD8.1	ALD9.3	CYZ3.1	CYZ8.3	5,26	4,54	3,90	2,84				
ALD8.1	ALD9.4	CYZ3.1	CYZ8.4	5,24	4,54	4,04	2,97				
ALD8.1	ALD9.5	CYZ3.1	CYZ8.5	4,65	4,13	3,70	2,70				
ALD8.2	ALD9.1	CYZ3.2	CYZ8.1	5,33	4,59	5,51	4,02				
ALD8.2	ALD9.2	CYZ3.2	CYZ8.2	5,15	4,47	4,09	2,91				
ALD8.2	ALD9.3	CYZ3.2	CYZ8.3	5,29	4,60	3,72	2,71				
ALD8.2	ALD9.4	CYZ3.2	CYZ8.4	5,26	4,60	3,61	2,67				
ALD8.2	ALD9.5	CYZ3.2	CYZ8.5	4,68	4,19	3,49	2,54				
ALD8.3	ALD9.1	CYZ3.3	CYZ8.1	5,06	4,45	5,76	4,24				
ALD8.3	ALD9.2	CYZ3.3	CYZ8.2	4,89	4,33	4,30	3,07				
ALD8.3	ALD9.3	CYZ3.3	CYZ8.3	5,03	4,47	3,89	2,84				
ALD8.3	ALD9.4	CYZ3.3	CYZ8.4	4,99	4,46	3,73	2,77				
ALD8.3	ALD9.5	CYZ3.3	CYZ8.5	4,43	4,07	3,66	2,68				
ALD8.4	ALD9.1	CYZ3.4	CYZ8.1	5,23	4,58	4,75	3,54				
ALD8.4	ALD9.2	CYZ3.4	CYZ8.2	5,06	4,47	3,55	2,56				
ALD8.4	ALD9.3	CYZ3.4	CYZ8.3	5,20	4,60	3,73	2,73				
ALD8.4	ALD9.4	CYZ3.4	CYZ8.4	5,16	4,59	4,02	2,96				
ALD8.4	ALD9.5	CYZ3.4	CYZ8.5	4,60	4,21	3,56	2,61				
ALD8.5	ALD9.1	CYZ3.5	CYZ8.1	5,41	4,70	6,06	4,36				
ALD8.5	ALD9.2	CYZ3.5	CYZ8.2	5,24	4,58	4,58	3,23				
ALD8.5	ALD9.3	CYZ3.5	CYZ8.3	5,38	4,72	3,91	2,79				
ALD8.5	ALD9.4	CYZ3.5	CYZ8.4	5,34	4,71	3,53	2,57				
ALD8.5	ALD9.5	CYZ3.5	CYZ8.5	4,78	4,32	3,67	2,62				
				X	5,08	X	4,16				
				SD	0,26770566	SD	0,73808633				
					0,17727777		0,54042183				

YZW			YZW			YZW			YZW		
ND3	ND9	ND9	CIELAB	CIEDE2000	ND8	ND9	ND9	CIELAB	CIEDE2000	CIELAB	CIEDE2000
CY23.1	CY29.1	CY29.1	8,67	6,88	CY28.1	CY29.1	CY29.1			4,05	4,25
CY23.1	CY29.2	CY29.2	8,81	7,13	CY28.1	CY29.2	CY29.2			5,06	4,79
CY23.1	CY29.3	CY29.3	8,39	6,61	CY28.1	CY29.3	CY29.3			3,88	4,14
CY23.1	CY29.4	CY29.4	9,24	7,32	CY28.1	CY29.4	CY29.4			4,53	4,55
CY23.1	CY29.5	CY29.5	8,17	6,60	CY28.1	CY29.5	CY29.5			3,83	4,19
CY23.2	CY29.1	CY29.1	8,86	6,97	CY28.2	CY29.1	CY29.1			4,91	4,36
CY23.2	CY29.2	CY29.2	8,56	6,94	CY28.2	CY29.2	CY29.2			5,26	4,70
CY23.2	CY29.3	CY29.3	8,73	6,81	CY28.2	CY29.3	CY29.3			4,84	4,25
CY23.2	CY29.4	CY29.4	9,43	7,40	CY28.2	CY29.4	CY29.4			5,46	4,75
CY23.2	CY29.5	CY29.5	8,23	6,60	CY28.2	CY29.5	CY29.5			4,41	4,11
CY23.3	CY29.1	CY29.1	9,01	6,99	CY28.3	CY29.1	CY29.1			5,47	4,70
CY23.3	CY29.2	CY29.2	8,65	6,93	CY28.3	CY29.2	CY29.2			5,00	4,51
CY23.3	CY29.3	CY29.3	8,91	6,84	CY28.3	CY29.3	CY29.3			5,65	4,77
CY23.3	CY29.4	CY29.4	9,59	7,43	CY28.3	CY29.4	CY29.4			6,01	5,08
CY23.3	CY29.5	CY29.5	8,37	6,60	CY28.3	CY29.5	CY29.5			4,75	4,31
CY23.4	CY29.1	CY29.1	8,23	6,58	CY28.4	CY29.1	CY29.1			6,05	5,02
CY23.4	CY29.2	CY29.2	8,59	6,99	CY28.4	CY29.2	CY29.2			5,06	4,49
CY23.4	CY29.3	CY29.3	7,87	6,26	CY28.4	CY29.3	CY29.3			6,36	5,19
CY23.4	CY29.4	CY29.4	8,79	7,01	CY28.4	CY29.4	CY29.4			6,57	5,40
CY23.4	CY29.5	CY29.5	7,79	6,34	CY28.4	CY29.5	CY29.5			5,22	4,55
CY23.5	CY29.1	CY29.1	9,23	7,18	CY28.5	CY29.1	CY29.1			5,71	4,88
CY23.5	CY29.2	CY29.2	8,48	6,84	CY28.5	CY29.2	CY29.2			5,21	4,67
CY23.5	CY29.3	CY29.3	9,26	7,13	CY28.5	CY29.3	CY29.3			5,88	4,95
CY23.5	CY29.4	CY29.4	9,79	7,60	CY28.5	CY29.4	CY29.4			6,25	5,27
CY23.5	CY29.5	CY29.5	8,49	6,73	CY28.5	CY29.5	CY29.5			4,99	4,49
			X					X		5,22	4,66
			SD	0,50612271	0,33160535			SD	0,74479194	0,35988558	

PICN		PICN		CIEDE2000		PICN		CIEDE2000	
ND3	ND8	CIELAB	CIEDE2000	ND3	ND9	CIELAB	CIEDE2000	CIELAB	CIEDE2000
APC3.1	APC8.1	4,93	3,77	APC3.1	APC9.1	10,92	8,22		
APC3.1	APC8.2	4,83	3,69	APC3.1	APC9.2	10,52	7,91		
APC3.1	APC8.3	5,03	3,86	APC3.1	APC9.3	10,55	7,93		
APC3.1	APC8.4	4,48	3,40	APC3.1	APC9.4	10,81	8,14		
APC3.1	APC8.5	4,99	3,83	APC3.1	APC9.5	10,47	7,87		
APC3.2	APC8.1	5,06	3,72	APC3.2	APC9.1	11,26	8,50		
APC3.2	APC8.2	4,99	3,66	APC3.2	APC9.2	10,88	8,22		
APC3.2	APC8.3	5,21	3,85	APC3.2	APC9.3	10,91	8,23		
APC3.2	APC8.4	4,71	3,43	APC3.2	APC9.4	11,15	8,44		
APC3.2	APC8.5	5,13	3,78	APC3.2	APC9.5	10,83	8,16		
APC3.3	APC8.1	4,96	3,63	APC3.3	APC9.1	11,20	8,47		
APC3.3	APC8.2	4,89	3,57	APC3.3	APC9.2	10,82	8,19		
APC3.3	APC8.3	5,13	3,76	APC3.3	APC9.3	10,86	8,21		
APC3.3	APC8.4	4,65	3,37	APC3.3	APC9.4	11,08	8,40		
APC3.3	APC8.5	5,02	3,69	APC3.3	APC9.5	10,77	8,14		
APC3.4	APC8.1	5,24	3,85	APC3.4	APC9.1	11,39	8,59		
APC3.4	APC8.2	5,15	3,78	APC3.4	APC9.2	11,00	8,30		
APC3.4	APC8.3	5,36	3,95	APC3.4	APC9.3	11,03	8,31		
APC3.4	APC8.4	4,84	3,52	APC3.4	APC9.4	11,28	8,53		
APC3.4	APC8.5	5,30	3,91	APC3.4	APC9.5	10,94	8,25		
APC3.5	APC8.1	4,95	3,65	APC3.5	APC9.1	11,14	8,42		
APC3.5	APC8.2	4,88	3,59	APC3.5	APC9.2	10,76	8,13		
APC3.5	APC8.3	5,10	3,77	APC3.5	APC9.3	10,79	8,15		
APC3.5	APC8.4	4,59	3,35	APC3.5	APC9.4	11,03	8,35		
APC3.5	APC8.5	5,02	3,71	APC3.5	APC9.5	10,71	8,08		
		X	4,98			X	10,93		
		SD	0,21576825			SD	0,23645288		
			0,16712468				0,18987898		

P/CN		P/CN						
NDS	NDS	ND9			CIELAB	CIEDE2000		
APC8.1	APC9.1				6,49	5,46		
APC8.1	APC9.2				6,15	5,22		
APC8.1	APC9.3				6,18	5,21		
APC8.1	APC9.4				6,40	5,43		
APC8.1	APC9.5				6,09	5,15		
APC8.2	APC9.1				6,53	5,46		
APC8.2	APC9.2				6,18	5,22		
APC8.2	APC9.3				6,21	5,21		
APC8.2	APC9.4				6,43	5,43		
APC8.2	APC9.5				6,12	5,15		
APC8.3	APC9.1				6,32	5,35		
APC8.3	APC9.2				5,97	5,11		
APC8.3	APC9.3				5,99	5,09		
APC8.3	APC9.4				6,23	5,33		
APC8.3	APC9.5				5,91	5,04		
APC8.4	APC9.1				6,74	5,55		
APC8.4	APC9.2				6,36	5,29		
APC8.4	APC9.3				6,39	5,28		
APC8.4	APC9.4				6,64	5,52		
APC8.4	APC9.5				6,31	5,22		
APC8.5	APC9.1				6,45	5,44		
APC8.5	APC9.2				6,11	5,21		
APC8.5	APC9.3				6,14	5,20		
APC8.5	APC9.4				6,35	5,42		
APC8.5	APC9.5				6,05	5,14		
					X	6,27	5,29	
					SD	0,20989669	0,14408864	

ANEXO 3 – Valores das diferenças de cor (CIELAB/CIEDE2000) dos SRI cimentados (CP-C) sobre os substratos ND3, ND8 e ND9.

CAD ON		CIELAB		CIEDE2000	
ND3	ND8				
CC03.1	CC08.1	4,00	2,83		
CC03.1	CC08.2	4,31	2,97		
CC03.1	CC08.3	3,80	2,55		
CC03.1	CC08.4	4,38	3,20		
CC03.1	CC08.5	4,44	3,13		
CC03.2	CC08.1	4,58	3,19		
CC03.2	CC08.2	4,99	3,39		
CC03.2	CC08.3	4,51	2,99		
CC03.2	CC08.4	4,69	3,40		
CC03.2	CC08.5	5,05	3,51		
CC03.3	CC08.1	4,41	3,03		
CC03.3	CC08.2	4,86	3,26		
CC03.3	CC08.3	4,42	2,90		
CC03.3	CC08.4	4,47	3,21		
CC03.3	CC08.5	4,89	3,35		
CC03.4	CC08.1	11,75	8,29		
CC03.4	CC08.2	11,49	8,07		
CC03.4	CC08.3	10,80	7,51		
CC03.4	CC08.4	12,69	8,37		
CC03.4	CC08.5	11,99	8,46		
CC03.5	CC08.1	4,69	3,20		
CC03.5	CC08.2	5,15	3,44		
CC03.5	CC08.3	4,70	3,08		
CC03.5	CC08.4	4,70	3,36		
CC03.5	CC08.5	5,17	3,53		
		X	6,04	4,19	
		SD	2,94205826	2,09884033	

CAD ON		CIELAB		CIEDE2000	
ND3	ND9				
CC03.1	CC09.1	9,75	7,18		
CC03.1	CC09.2	9,32	7,03		
CC03.1	CC09.3	9,35	6,83		
CC03.1	CC09.4	7,70	5,80		
CC03.1	CC09.5	11,01	8,18		
CC03.2	CC09.1	10,42	7,56		
CC03.2	CC09.2	9,87	7,32		
CC03.2	CC09.3	9,98	7,18		
CC03.2	CC09.4	8,42	6,19		
CC03.2	CC09.5	11,65	8,54		
CC03.3	CC09.1	10,33	7,53		
CC03.3	CC09.2	9,74	7,28		
CC03.3	CC09.3	9,87	7,14		
CC03.3	CC09.4	8,40	6,23		
CC03.3	CC09.5	11,54	8,50		
CC03.4	CC09.1	15,74	11,05		
CC03.4	CC09.2	16,30	11,51		
CC03.4	CC09.3	15,82	11,09		
CC03.4	CC09.4	12,87	8,96		
CC03.4	CC09.5	17,25	12,21		
CC03.5	CC09.1	10,61	7,71		
CC03.5	CC09.2	10,01	7,45		
CC03.5	CC09.3	10,15	7,31		
CC03.5	CC09.4	8,67	6,39		
CC03.5	CC09.5	11,82	8,67		
		X	11,06	8,03	
		SD	2,60114328	1,72398473	

YLD-T		YLD-T		YLD-T		YLD-T	
ND3	ND9	CIELAB	CIEDE2000	NDB	ND9	CIELAB	CIEDE2000
CYL3.1	CYL9.1	3,83	2,26	CYL8.1	CYL9.1	1,44	0,99
CYL3.1	CYL9.2	3,74	2,21	CYL8.1	CYL9.2	1,45	1,00
CYL3.1	CYL9.3	3,79	2,22	CYL8.1	CYL9.3	1,31	0,88
CYL3.1	CYL9.4	5,28	3,06	CYL8.1	CYL9.4	2,77	1,66
CYL3.1	CYL9.5	5,69	3,41	CYL8.1	CYL9.5	3,28	2,07
CYL3.2	CYL9.1	1,07	1,11	CYL8.2	CYL9.1	0,79	0,74
CYL3.2	CYL9.2	1,22	1,16	CYL8.2	CYL9.2	0,99	0,82
CYL3.2	CYL9.3	0,82	0,96	CYL8.2	CYL9.3	0,49	0,56
CYL3.2	CYL9.4	1,64	1,21	CYL8.2	CYL9.4	1,48	0,96
CYL3.2	CYL9.5	2,30	1,72	CYL8.2	CYL9.5	2,17	1,49
CYL3.3	CYL9.1	1,18	1,05	CYL8.3	CYL9.1	1,62	1,13
CYL3.3	CYL9.2	1,04	0,98	CYL8.3	CYL9.2	1,88	1,28
CYL3.3	CYL9.3	1,30	1,07	CYL8.3	CYL9.3	1,23	0,87
CYL3.3	CYL9.4	2,72	1,76	CYL8.3	CYL9.4	1,16	0,73
CYL3.3	CYL9.5	3,48	2,33	CYL8.3	CYL9.5	1,36	0,95
CYL3.4	CYL9.1	1,88	1,45	CYL8.4	CYL9.1	0,76	0,78
CYL3.4	CYL9.2	1,89	1,45	CYL8.4	CYL9.2	0,93	0,84
CYL3.4	CYL9.3	1,72	1,32	CYL8.4	CYL9.3	0,54	0,64
CYL3.4	CYL9.4	3,06	1,94	CYL8.4	CYL9.4	1,56	1,04
CYL3.4	CYL9.5	3,53	2,34	CYL8.4	CYL9.5	2,29	1,59
CYL3.5	CYL9.1	1,73	1,46	CYL8.5	CYL9.1	1,54	1,10
CYL3.5	CYL9.2	1,91	1,54	CYL8.5	CYL9.2	1,79	1,24
CYL3.5	CYL9.3	1,36	1,23	CYL8.5	CYL9.3	1,14	0,83
CYL3.5	CYL9.4	2,02	1,42	CYL8.5	CYL9.4	1,29	0,81
CYL3.5	CYL9.5	2,30	1,71	CYL8.5	CYL9.5	1,53	1,07
		X	2,42			X	1,47
		SD	1,31680251			SD	0,64704585
			0,64227873				0,35175722

LDC		LDC		LDC		LDC	
ND3	ND8	CIELAB	CIEDE2000	ND3	ND9	CIELAB	CIEDE2000
CLD3.1	CLD8.1	4,60	3,01	CLD3.1	CLD9.1	10,09	7,51
CLD3.1	CLD8.2	4,67	2,99	CLD3.1	CLD9.2	10,15	7,57
CLD3.1	CLD8.3	4,25	2,74	CLD3.1	CLD9.3	10,75	8,03
CLD3.1	CLD8.4	4,61	3,02	CLD3.1	CLD9.4	9,65	7,04
CLD3.1	CLD8.5	4,54	3,00	CLD3.1	CLD9.5	9,78	7,15
CLD3.2	CLD8.1	4,31	2,78	CLD3.2	CLD9.1	9,81	7,31
CLD3.2	CLD8.2	4,41	2,78	CLD3.2	CLD9.2	9,87	7,37
CLD3.2	CLD8.3	3,97	2,52	CLD3.2	CLD9.3	10,47	7,84
CLD3.2	CLD8.4	4,31	2,79	CLD3.2	CLD9.4	9,40	6,86
CLD3.2	CLD8.5	4,23	2,75	CLD3.2	CLD9.5	9,53	6,97
CLD3.3	CLD8.1	4,05	2,63	CLD3.3	CLD9.1	9,56	7,19
CLD3.3	CLD8.2	4,14	2,63	CLD3.3	CLD9.2	9,62	7,25
CLD3.3	CLD8.3	3,70	2,37	CLD3.3	CLD9.3	10,22	7,71
CLD3.3	CLD8.4	4,05	2,65	CLD3.3	CLD9.4	9,14	6,73
CLD3.3	CLD8.5	3,97	2,62	CLD3.3	CLD9.5	9,27	6,84
CLD3.4	CLD8.1	3,94	2,64	CLD3.4	CLD9.1	9,33	6,93
CLD3.4	CLD8.2	3,98	2,60	CLD3.4	CLD9.2	9,38	6,98
CLD3.4	CLD8.3	3,59	2,40	CLD3.4	CLD9.3	9,98	7,45
CLD3.4	CLD8.4	3,95	2,65	CLD3.4	CLD9.4	8,87	6,45
CLD3.4	CLD8.5	3,90	2,66	CLD3.4	CLD9.5	9,01	6,56
CLD3.5	CLD8.1	4,48	2,91	CLD3.5	CLD9.1	9,93	7,31
CLD3.5	CLD8.2	4,57	2,90	CLD3.5	CLD9.2	9,99	7,37
CLD3.5	CLD8.3	4,14	2,66	CLD3.5	CLD9.3	10,58	7,84
CLD3.5	CLD8.4	4,48	2,91	CLD3.5	CLD9.4	9,51	6,85
CLD3.5	CLD8.5	4,41	2,90	CLD3.5	CLD9.5	9,64	6,96
		X	4,21			X	9,74
		SD	0,29728094			SD	0,47512183
			0,18165632				7,20
							0,4065058

LDC		YZW		CIEDE2000		CIELAB		CIEDE2000		CIELAB		CIEDE2000	
ND8	ND9	ND3	ND8										
CLD8.1	CLD9.1	CYZ3.1	CYZ8.1	5,71	4,96	5,71	4,96	5,71	4,96	5,21	3,84	5,21	3,84
CLD8.1	CLD9.2	CYZ3.1	CYZ8.2	5,78	5,03	5,78	5,03	5,78	5,03	3,93	2,82	3,93	2,82
CLD8.1	CLD9.3	CYZ3.1	CYZ8.3	6,35	5,47	6,35	5,47	6,35	5,47	3,90	2,84	3,90	2,84
CLD8.1	CLD9.4	CYZ3.1	CYZ8.4	5,34	4,56	5,34	4,56	5,34	4,56	4,04	2,97	4,04	2,97
CLD8.1	CLD9.5	CYZ3.1	CYZ8.5	5,45	4,66	5,45	4,66	5,45	4,66	3,70	2,70	3,70	2,70
CLD8.2	CLD9.1	CYZ3.2	CYZ8.1	5,65	4,93	5,65	4,93	5,65	4,93	5,51	4,02	5,51	4,02
CLD8.2	CLD9.2	CYZ3.2	CYZ8.2	5,70	4,99	5,70	4,99	5,70	4,99	4,09	2,91	4,09	2,91
CLD8.2	CLD9.3	CYZ3.2	CYZ8.3	6,28	5,42	6,28	5,42	6,28	5,42	3,72	2,71	3,72	2,71
CLD8.2	CLD9.4	CYZ3.2	CYZ8.4	5,18	4,47	5,18	4,47	5,18	4,47	3,61	2,67	3,61	2,67
CLD8.2	CLD9.5	CYZ3.2	CYZ8.5	5,31	4,57	5,31	4,57	5,31	4,57	3,49	2,54	3,49	2,54
CLD8.3	CLD9.1	CYZ3.3	CYZ8.1	6,09	5,27	6,09	5,27	6,09	5,27	5,76	4,24	5,76	4,24
CLD8.3	CLD9.2	CYZ3.3	CYZ8.2	6,15	5,33	6,15	5,33	6,15	5,33	4,30	3,07	4,30	3,07
CLD8.3	CLD9.3	CYZ3.3	CYZ8.3	6,73	5,77	6,73	5,77	6,73	5,77	3,89	2,84	3,89	2,84
CLD8.3	CLD9.4	CYZ3.3	CYZ8.4	5,66	4,83	5,66	4,83	5,66	4,83	3,73	2,77	3,73	2,77
CLD8.3	CLD9.5	CYZ3.3	CYZ8.5	5,78	4,93	5,78	4,93	5,78	4,93	3,66	2,68	3,66	2,68
CLD8.4	CLD9.1	CYZ3.4	CYZ8.1	5,69	4,92	5,69	4,92	5,69	4,92	4,75	3,54	4,75	3,54
CLD8.4	CLD9.2	CYZ3.4	CYZ8.2	5,76	5,00	5,76	5,00	5,76	5,00	3,55	2,56	3,55	2,56
CLD8.4	CLD9.3	CYZ3.4	CYZ8.3	6,34	5,43	6,34	5,43	6,34	5,43	3,73	2,73	3,73	2,73
CLD8.4	CLD9.4	CYZ3.4	CYZ8.4	5,33	4,53	5,33	4,53	5,33	4,53	4,02	2,96	4,02	2,96
CLD8.4	CLD9.5	CYZ3.4	CYZ8.5	5,45	4,62	5,45	4,62	5,45	4,62	3,56	2,61	3,56	2,61
CLD8.5	CLD9.1	CYZ3.5	CYZ8.1	5,83	5,07	5,83	5,07	5,83	5,07	6,06	4,36	6,06	4,36
CLD8.5	CLD9.2	CYZ3.5	CYZ8.2	5,91	5,14	5,91	5,14	5,91	5,14	4,58	3,23	4,58	3,23
CLD8.5	CLD9.3	CYZ3.5	CYZ8.3	6,48	5,57	6,48	5,57	6,48	5,57	3,91	2,79	3,91	2,79
CLD8.5	CLD9.4	CYZ3.5	CYZ8.4	5,50	4,69	5,50	4,69	5,50	4,69	3,53	2,57	3,53	2,57
CLD8.5	CLD9.5	CYZ3.5	CYZ8.5	5,61	4,78	5,61	4,78	5,61	4,78	3,67	2,62	3,67	2,62
				X	5,80	X	5,00	X	5,80	X	4,16	X	3,02
				SD	0,40079425	SD	0,35524478	SD	0,40079425	SD	0,73808633	SD	0,54042183

YZW			YZW			YZW			YZW		
ND3	ND9	CIELAB	CIEDE2000	ND8	ND9	CIELAB	CIEDE2000	ND8	ND9	CIELAB	CIEDE2000
CY23.1	CY29.1	8,67	6,88	CY28.1	CY29.1					4,05	4,25
CY23.1	CY29.2	8,81	7,13	CY28.1	CY29.2					5,06	4,79
CY23.1	CY29.3	8,39	6,61	CY28.1	CY29.3					3,88	4,14
CY23.1	CY29.4	9,24	7,32	CY28.1	CY29.4					4,53	4,55
CY23.1	CY29.5	8,17	6,60	CY28.1	CY29.5					3,83	4,19
CY23.2	CY29.1	8,86	6,97	CY28.2	CY29.1					4,91	4,36
CY23.2	CY29.2	8,56	6,94	CY28.2	CY29.2					5,26	4,70
CY23.2	CY29.3	8,73	6,81	CY28.2	CY29.3					4,84	4,25
CY23.2	CY29.4	9,43	7,40	CY28.2	CY29.4					5,46	4,75
CY23.2	CY29.5	8,23	6,60	CY28.2	CY29.5					4,41	4,11
CY23.3	CY29.1	9,01	6,99	CY28.3	CY29.1					5,47	4,70
CY23.3	CY29.2	8,65	6,93	CY28.3	CY29.2					5,00	4,51
CY23.3	CY29.3	8,91	6,84	CY28.3	CY29.3					5,65	4,77
CY23.3	CY29.4	9,59	7,43	CY28.3	CY29.4					6,01	5,08
CY23.3	CY29.5	8,37	6,60	CY28.3	CY29.5					4,75	4,31
CY23.4	CY29.1	8,23	6,58	CY28.4	CY29.1					6,05	5,02
CY23.4	CY29.2	8,59	6,99	CY28.4	CY29.2					5,06	4,49
CY23.4	CY29.3	7,87	6,26	CY28.4	CY29.3					6,36	5,19
CY23.4	CY29.4	8,79	7,01	CY28.4	CY29.4					6,57	5,40
CY23.4	CY29.5	7,79	6,34	CY28.4	CY29.5					5,22	4,55
CY23.5	CY29.1	9,23	7,18	CY28.5	CY29.1					5,71	4,88
CY23.5	CY29.2	8,48	6,84	CY28.5	CY29.2					5,21	4,67
CY23.5	CY29.3	9,26	7,13	CY28.5	CY29.3					5,88	4,95
CY23.5	CY29.4	9,79	7,60	CY28.5	CY29.4					6,25	5,27
CY23.5	CY29.5	8,49	6,73	CY28.5	CY29.5					4,99	4,49
		X				X				5,22	4,66
		SD	0,50612271	0,33160535		SD	0,74479194	0,35988558			

PICN		CIEDE2000		PICN		CIEDE2000	
ND3	NDB	CIELAB	CIEDE2000	ND3	ND9	CIELAB	CIEDE2000
CPC3.1	CPC8.1	4,53	3,53	CPC3.1	CPC9.1	11,38	8,56
CPC3.1	CPC8.2	5,00	3,79	CPC3.1	CPC9.2	11,43	8,63
CPC3.1	CPC8.3	5,22	3,89	CPC3.1	CPC9.3	11,26	8,51
CPC3.1	CPC8.4	5,60	4,21	CPC3.1	CPC9.4	11,13	8,39
CPC3.1	CPC8.5	4,54	3,49	CPC3.1	CPC9.5	11,29	8,52
CPC3.2	CPC8.1	4,32	3,34	CPC3.2	CPC9.1	11,22	8,46
CPC3.2	CPC8.2	4,80	3,60	CPC3.2	CPC9.2	11,27	8,54
CPC3.2	CPC8.3	5,02	3,72	CPC3.2	CPC9.3	11,10	8,42
CPC3.2	CPC8.4	5,39	4,02	CPC3.2	CPC9.4	10,97	8,30
CPC3.2	CPC8.5	4,34	3,30	CPC3.2	CPC9.5	11,13	8,43
CPC3.3	CPC8.1	4,76	3,65	CPC3.3	CPC9.1	11,64	8,74
CPC3.3	CPC8.2	5,24	3,92	CPC3.3	CPC9.2	11,69	8,81
CPC3.3	CPC8.3	5,47	4,03	CPC3.3	CPC9.3	11,51	8,69
CPC3.3	CPC8.4	5,86	4,36	CPC3.3	CPC9.4	11,38	8,57
CPC3.3	CPC8.5	4,78	3,61	CPC3.3	CPC9.5	11,55	8,70
CPC3.4	CPC8.1	4,91	3,71	CPC3.4	CPC9.1	11,83	8,88
CPC3.4	CPC8.2	5,40	3,99	CPC3.4	CPC9.2	11,88	8,95
CPC3.4	CPC8.3	5,62	4,11	CPC3.4	CPC9.3	11,71	8,83
CPC3.4	CPC8.4	6,00	4,42	CPC3.4	CPC9.4	11,57	8,71
CPC3.4	CPC8.5	4,93	3,67	CPC3.4	CPC9.5	11,74	8,84
CPC3.5	CPC8.1	4,97	3,73	CPC3.5	CPC9.1	11,90	8,93
CPC3.5	CPC8.2	5,46	4,02	CPC3.5	CPC9.2	11,95	9,00
CPC3.5	CPC8.3	5,68	4,14	CPC3.5	CPC9.3	11,78	8,88
CPC3.5	CPC8.4	6,05	4,44	CPC3.5	CPC9.4	11,65	8,77
CPC3.5	CPC8.5	4,99	3,70	CPC3.5	CPC9.5	11,81	8,89
		X	5,16			X	11,51
		SD	0,49037133			SD	0,28579799
			0,31602821				0,19851054

PICN		ND9	CIELAB	CIEDE2000
ND3				
CPC3.1	CPC9.1		11,38	8,56
CPC3.1	CPC9.2		11,43	8,63
CPC3.1	CPC9.3		11,26	8,51
CPC3.1	CPC9.4		11,13	8,39
CPC3.1	CPC9.5		11,29	8,52
CPC3.2	CPC9.1		11,22	8,46
CPC3.2	CPC9.2		11,27	8,54
CPC3.2	CPC9.3		11,10	8,42
CPC3.2	CPC9.4		10,97	8,30
CPC3.2	CPC9.5		11,13	8,43
CPC3.3	CPC9.1		11,64	8,74
CPC3.3	CPC9.2		11,69	8,81
CPC3.3	CPC9.3		11,51	8,69
CPC3.3	CPC9.4		11,38	8,57
CPC3.3	CPC9.5		11,55	8,70
CPC3.4	CPC9.1		11,83	8,88
CPC3.4	CPC9.2		11,88	8,95
CPC3.4	CPC9.3		11,71	8,83
CPC3.4	CPC9.4		11,57	8,71
CPC3.4	CPC9.5		11,74	8,84
CPC3.5	CPC9.1		11,90	8,93
CPC3.5	CPC9.2		11,95	9,00
CPC3.5	CPC9.3		11,78	8,88
CPC3.5	CPC9.4		11,65	8,77
CPC3.5	CPC9.5		11,81	8,89
		X	11,51	8,68
		SD	0,28579799	0,19851054

ANEXO 4 – Valores das diferenças de cor (CIELAB/CIEDE2000) entre SRI acoplados (CP-A) e cimentados (CP-C) sobre os mesmos substratos.

ND3		ΔE		ND8		ΔE	
CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000	CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000
CCD3.1	ACD3.1	0,60	0,51	CCD8.1	ACD8.1	0,17	0,14
CCD3.1	ACD3.2	0,71	0,47	CCD8.1	ACD8.2	0,82	0,63
CCD3.1	ACD3.3	0,90	0,55	CCD8.1	ACD8.3	0,22	0,16
CCD3.1	ACD3.4	0,52	0,32	CCD8.1	ACD8.4	0,70	0,50
CCD3.1	ACD3.5	1,83	1,16	CCD8.1	ACD8.5	1,30	0,94
CCD3.2	ACD3.1	0,40	0,35	CCD8.2	ACD8.1	0,94	0,64
CCD3.2	ACD3.2	0,36	0,24	CCD8.2	ACD8.2	0,64	0,46
CCD3.2	ACD3.3	0,16	0,14	CCD8.2	ACD8.3	0,95	0,66
CCD3.2	ACD3.4	0,29	0,21	CCD8.2	ACD8.4	0,50	0,34
CCD3.2	ACD3.5	1,07	0,70	CCD8.2	ACD8.5	2,27	1,54
CCD3.3	ACD3.1	0,62	0,61	CCD8.3	ACD8.1	1,24	0,94
CCD3.3	ACD3.2	0,59	0,45	CCD8.3	ACD8.2	0,59	0,45
CCD3.3	ACD3.3	0,36	0,28	CCD8.3	ACD8.3	1,41	1,07
CCD3.3	ACD3.4	0,38	0,26	CCD8.3	ACD8.4	0,70	0,57
CCD3.3	ACD3.5	1,07	0,79	CCD8.3	ACD8.5	2,42	1,64
CCD3.4	ACD3.1	8,26	5,67	CCD8.4	ACD8.1	1,92	1,32
CCD3.4	ACD3.2	8,11	5,61	CCD8.4	ACD8.2	2,55	1,77
CCD3.4	ACD3.3	8,36	5,79	CCD8.4	ACD8.3	1,87	1,25
CCD3.4	ACD3.4	8,41	5,84	CCD8.4	ACD8.4	2,48	1,70
CCD3.4	ACD3.5	8,94	6,10	CCD8.4	ACD8.5	0,92	0,75
CCD3.5	ACD3.1	0,74	0,64	CCD8.5	ACD8.1	0,60	0,43
CCD3.5	ACD3.2	0,63	0,45	CCD8.5	ACD8.2	0,92	0,73
CCD3.5	ACD3.3	0,28	0,22	CCD8.5	ACD8.3	0,37	0,28
CCD3.5	ACD3.4	0,55	0,35	CCD8.5	ACD8.4	0,71	0,55
CCD3.5	ACD3.5	0,88	0,70	CCD8.5	ACD8.5	1,79	1,27
		X	2,20			X	1,16
		SD	3,191827455			SD	0,73231824
			2,188951457				0,45091766

ND9		ND3		ΔE		ΔE	
CIMENTADO	ACOPLADO	CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000	CIELAB	CIEDE2000
CCD9.1	ACD9.1	CYL3.1	AYL3.1	1,05	0,81	2,83	1,55
CCD9.1	ACD9.2	CYL3.1	AYL3.2	1,25	0,96	2,38	1,35
CCD9.1	ACD9.3	CYL3.1	AYL3.3	1,16	0,89	4,02	2,24
CCD9.1	ACD9.4	CYL3.1	AYL3.4	1,04	0,80	3,06	1,75
CCD9.1	ACD9.5	CYL3.1	AYL3.5	2,73	2,04	3,37	1,91
CCD9.2	ACD9.1	CYL3.2	AYL3.1	1,52	1,14	1,39	0,89
CCD9.2	ACD9.2	CYL3.2	AYL3.2	2,32	1,76	1,59	0,92
CCD9.2	ACD9.3	CYL3.2	AYL3.3	1,40	1,06	0,31	0,18
CCD9.2	ACD9.4	CYL3.2	AYL3.4	1,87	1,41	0,86	0,55
CCD9.2	ACD9.5	CYL3.2	AYL3.5	0,92	0,69	2,42	1,56
CCD9.3	ACD9.1	CYL3.3	AYL3.1	0,35	0,48	0,18	0,16
CCD9.3	ACD9.2	CYL3.3	AYL3.2	1,21	0,99	1,56	0,98
CCD9.3	ACD9.3	CYL3.3	AYL3.3	0,34	0,40	1,40	0,87
CCD9.3	ACD9.4	CYL3.3	AYL3.4	0,70	0,64	1,30	0,91
CCD9.3	ACD9.5	CYL3.3	AYL3.5	1,79	1,39	1,28	0,82
CCD9.4	ACD9.1	CYL3.4	AYL3.1	3,28	2,45	1,14	0,77
CCD9.4	ACD9.2	CYL3.4	AYL3.2	2,19	1,63	0,50	0,40
CCD9.4	ACD9.3	CYL3.4	AYL3.3	3,55	2,66	1,78	1,01
CCD9.4	ACD9.4	CYL3.4	AYL3.4	2,73	2,04	0,79	0,49
CCD9.4	ACD9.5	CYL3.4	AYL3.5	3,94	2,94	2,33	1,48
CCD9.5	ACD9.1	CYL3.5	AYL3.1	1,69	1,30	1,85	1,24
CCD9.5	ACD9.2	CYL3.5	AYL3.2	2,58	1,97	1,20	0,74
CCD9.5	ACD9.3	CYL3.5	AYL3.3	1,51	1,18	1,12	0,69
CCD9.5	ACD9.4	CYL3.5	AYL3.4	2,14	1,64	0,63	0,43
CCD9.5	ACD9.5	CYL3.5	AYL3.5	3,15	2,37	3,06	1,99
				X	1,86	X	1,69
				SD	0,98329981	SD	1,00757673
					0,70355768		0,56625102

ND8		ΔE		ND9		ΔE	
CIMENTADO	ACOPIADO	CIELAB	CIEDE2000	CIMENTADO	ACOPIADO	CIELAB	CIEDE2000
CYL8.1	AYL8.1		0,93	CYL9.1	AYL9.1		0,36
CYL8.1	AYL8.2		1,08	CYL9.1	AYL9.2		1,75
CYL8.1	AYL8.3		2,24	CYL9.1	AYL9.3		1,88
CYL8.1	AYL8.4		1,53	CYL9.1	AYL9.4		1,97
CYL8.1	AYL8.5		1,98	CYL9.1	AYL9.5		1,28
CYL8.2	AYL8.1		0,81	CYL9.2	AYL9.1		0,35
CYL8.2	AYL8.2		1,27	CYL9.2	AYL9.2		1,94
CYL8.2	AYL8.3		0,95	CYL9.2	AYL9.3		2,14
CYL8.2	AYL8.4		0,58	CYL9.2	AYL9.4		2,23
CYL8.2	AYL8.5		1,94	CYL9.2	AYL9.5		1,03
CYL8.3	AYL8.1		1,77	CYL9.3	AYL9.1		0,53
CYL8.3	AYL8.2		1,24	CYL9.3	AYL9.2		1,36
CYL8.3	AYL8.3		0,77	CYL9.3	AYL9.3		1,50
CYL8.3	AYL8.4		0,59	CYL9.3	AYL9.4		1,56
CYL8.3	AYL8.5		2,93	CYL9.3	AYL9.5		1,67
CYL8.4	AYL8.1		0,71	CYL9.4	AYL9.1		2,00
CYL8.4	AYL8.2		1,36	CYL9.4	AYL9.2		2,23
CYL8.4	AYL8.3		1,03	CYL9.4	AYL9.3		1,07
CYL8.4	AYL8.4		0,68	CYL9.4	AYL9.4		1,38
CYL8.4	AYL8.5		1,81	CYL9.4	AYL9.5		2,72
CYL8.5	AYL8.1		1,63	CYL9.5	AYL9.1		2,78
CYL8.5	AYL8.2		1,08	CYL9.5	AYL9.2		2,37
CYL8.5	AYL8.3		0,84	CYL9.5	AYL9.3		1,03
CYL8.5	AYL8.4		0,46	CYL9.5	AYL9.4		1,25
CYL8.5	AYL8.5		2,82	CYL9.5	AYL9.5		3,68
		X	1,32			X	1,68
		SD	0,67623105			SD	0,77714472
			0,42145322				0,47931131

ND3		ND8		ΔE		ΔE	
CIMENTADO	ACOPLADO	CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000	CIELAB	CIEDE2000
CLD3.1	ALD3.1	CLD8.1	ALD8.1	1,76	1,14	1,01	0,76
CLD3.1	ALD3.2	CLD8.1	ALD8.2	1,03	0,61	0,78	0,56
CLD3.1	ALD3.3	CLD8.1	ALD8.3	0,98	0,59	0,85	0,57
CLD3.1	ALD3.4	CLD8.1	ALD8.4	0,80	0,50	0,62	0,40
CLD3.1	ALD3.5	CLD8.1	ALD8.5	0,62	0,37	0,45	0,30
CLD3.2	ALD3.1	CLD8.2	ALD8.1	1,69	1,10	0,57	0,47
CLD3.2	ALD3.2	CLD8.2	ALD8.2	1,10	0,68	0,38	0,30
CLD3.2	ALD3.3	CLD8.2	ALD8.3	0,92	0,54	0,60	0,42
CLD3.2	ALD3.4	CLD8.2	ALD8.4	0,63	0,36	0,46	0,33
CLD3.2	ALD3.5	CLD8.2	ALD8.5	0,69	0,45	0,30	0,22
CLD3.3	ALD3.1	CLD8.3	ALD8.1	1,41	0,97	1,05	0,83
CLD3.3	ALD3.2	CLD8.3	ALD8.2	0,88	0,58	0,88	0,67
CLD3.3	ALD3.3	CLD8.3	ALD8.3	0,65	0,40	1,08	0,78
CLD3.3	ALD3.4	CLD8.3	ALD8.4	0,34	0,21	0,89	0,64
CLD3.3	ALD3.5	CLD8.3	ALD8.5	0,52	0,38	0,71	0,52
CLD3.4	ALD3.1	CLD8.4	ALD8.1	1,00	0,59	1,05	0,77
CLD3.4	ALD3.2	CLD8.4	ALD8.2	0,56	0,45	0,82	0,57
CLD3.4	ALD3.3	CLD8.4	ALD8.3	0,41	0,39	0,88	0,57
CLD3.4	ALD3.4	CLD8.4	ALD8.4	0,38	0,43	0,65	0,41
CLD3.4	ALD3.5	CLD8.4	ALD8.5	0,38	0,40	0,49	0,31
CLD3.5	ALD3.1	CLD8.5	ALD8.1	1,71	1,02	1,27	0,96
CLD3.5	ALD3.2	CLD8.5	ALD8.2	1,08	0,63	1,04	0,76
CLD3.5	ALD3.3	CLD8.5	ALD8.3	0,97	0,56	1,08	0,74
CLD3.5	ALD3.4	CLD8.5	ALD8.4	0,73	0,45	0,84	0,57
CLD3.5	ALD3.5	CLD8.5	ALD8.5	0,66	0,40	0,70	0,48
				X	0,88	X	0,78
				SD	0,41207828	SD	0,25372823
					0,24382609		0,19294161

ND9		ND3		ΔE		ΔE	
CIMENTADO	ACOPLADO	CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000	CIELAB	CIEDE2000
CLD9.1	ALD9.1	CYZ3.1	AYZ3.1	0,57	0,42	2,53	1,91
CLD9.1	ALD9.2	CYZ3.1	AYZ3.2	0,67	0,51	0,87	0,61
CLD9.1	ALD9.3	CYZ3.1	AYZ3.3	0,67	0,50	0,30	0,22
CLD9.1	ALD9.4	CYZ3.1	AYZ3.4	0,46	0,35	0,19	0,19
CLD9.1	ALD9.5	CYZ3.1	AYZ3.5	0,93	0,72	0,59	0,42
CLD9.2	ALD9.1	CYZ3.2	AYZ3.1	0,39	0,31	3,41	2,47
CLD9.2	ALD9.2	CYZ3.2	AYZ3.2	0,51	0,42	1,97	1,37
CLD9.2	ALD9.3	CYZ3.2	AYZ3.3	0,48	0,37	1,36	0,95
CLD9.2	ALD9.4	CYZ3.2	AYZ3.4	0,29	0,23	1,24	0,87
CLD9.2	ALD9.5	CYZ3.2	AYZ3.5	0,85	0,67	0,80	0,56
CLD9.3	ALD9.1	CYZ3.3	AYZ3.1	0,75	0,64	3,48	2,43
CLD9.3	ALD9.2	CYZ3.3	AYZ3.2	0,95	0,79	2,20	1,54
CLD9.3	ALD9.3	CYZ3.3	AYZ3.3	0,85	0,69	1,60	1,13
CLD9.3	ALD9.4	CYZ3.3	AYZ3.4	0,78	0,63	1,50	1,11
CLD9.3	ALD9.5	CYZ3.3	AYZ3.5	1,42	1,12	1,10	0,85
CLD9.4	ALD9.1	CYZ3.4	AYZ3.1	0,75	0,59	2,47	1,84
CLD9.4	ALD9.2	CYZ3.4	AYZ3.2	0,56	0,44	0,52	0,35
CLD9.4	ALD9.3	CYZ3.4	AYZ3.3	0,64	0,53	0,37	0,26
CLD9.4	ALD9.4	CYZ3.4	AYZ3.4	0,77	0,63	0,55	0,43
CLD9.4	ALD9.5	CYZ3.4	AYZ3.5	0,51	0,37	0,96	0,69
CLD9.5	ALD9.1	CYZ3.5	AYZ3.1	0,58	0,45	4,44	3,17
CLD9.5	ALD9.2	CYZ3.5	AYZ3.2	0,39	0,31	3,14	2,18
CLD9.5	ALD9.3	CYZ3.5	AYZ3.3	0,47	0,39	2,52	1,75
CLD9.5	ALD9.4	CYZ3.5	AYZ3.4	0,61	0,50	2,40	1,67
CLD9.5	ALD9.5	CYZ3.5	AYZ3.5	0,51	0,36	1,90	1,31
				X	0,66	X	1,70
				SD	0,23574676	SD	1,14050872
					0,19202986		0,80811162

ND8		AE		ND9		AE	
CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000	CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000
CY28.1	AY28.1	4,37	3,38	CY29.1	AY29.1	3,87	3,08
CY28.1	AY28.2	1,88	1,56	CY29.1	AY29.2	1,62	1,32
CY28.1	AY28.3	1,70	1,40	CY29.1	AY29.3	1,92	1,52
CY28.1	AY28.4	2,45	1,85	CY29.1	AY29.4	1,79	1,41
CY28.1	AY28.5	2,21	1,63	CY29.1	AY29.5	1,21	1,02
CY28.2	AY28.1	3,59	2,62	CY29.2	AY29.1	5,95	4,88
CY28.2	AY28.2	1,07	0,80	CY29.2	AY29.2	3,80	3,16
CY28.2	AY28.3	0,65	0,50	CY29.2	AY29.3	3,37	2,86
CY28.2	AY28.4	1,23	0,97	CY29.2	AY29.4	3,25	2,75
CY28.2	AY28.5	0,80	0,70	CY29.2	AY29.5	2,99	2,47
CY28.3	AY28.1	4,27	3,14	CY29.3	AY29.1	3,10	2,39
CY28.3	AY28.2	2,11	1,55	CY29.3	AY29.2	1,63	1,22
CY28.3	AY28.3	1,70	1,25	CY29.3	AY29.3	2,22	1,66
CY28.3	AY28.4	1,75	1,32	CY29.3	AY29.4	2,17	1,63
CY28.3	AY28.5	0,94	0,75	CY29.3	AY29.5	1,92	1,51
CY28.4	AY28.1	4,85	3,56	CY29.4	AY29.1	4,39	3,51
CY28.4	AY28.2	2,94	2,15	CY29.4	AY29.2	2,20	1,79
CY28.4	AY28.3	2,56	1,86	CY29.4	AY29.3	2,50	1,98
CY28.4	AY28.4	2,44	1,81	CY29.4	AY29.4	2,37	1,87
CY28.4	AY28.5	1,70	1,27	CY29.4	AY29.5	1,75	1,43
CY28.5	AY28.1	4,19	3,09	CY29.5	AY29.1	3,93	3,16
CY28.5	AY28.2	2,15	1,57	CY29.5	AY29.2	1,55	1,32
CY28.5	AY28.3	1,76	1,28	CY29.5	AY29.3	1,45	1,26
CY28.5	AY28.4	1,69	1,27	CY29.5	AY29.4	1,28	1,13
CY28.5	AY28.5	0,92	0,71	CY29.5	AY29.5	0,77	0,81
		X	2,24			X	2,52
		SD	1,19139691			SD	1,20092243
			0,86881201				0,97295398

ND3		ND8		ΔE		ΔE	
CIMENTADO	ACOPLADO	CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000	CIELAB	CIEDE2000
CPC3.1	APC3.1	CPC8.1	APC8.1	1,09	0,87	1,25	1,06
CPC3.1	APC3.2	CPC8.1	APC8.2	0,34	0,23	1,16	1,02
CPC3.1	APC3.3	CPC8.1	APC8.3	0,49	0,35	1,25	1,03
CPC3.1	APC3.4	CPC8.1	APC8.4	0,55	0,37	0,91	0,96
CPC3.1	APC3.5	CPC8.1	APC8.5	0,47	0,32	1,29	1,06
CPC3.2	APC3.1	CPC8.2	APC8.1	1,12	0,98	0,77	0,68
CPC3.2	APC3.2	CPC8.2	APC8.2	0,28	0,25	0,66	0,65
CPC3.2	APC3.3	CPC8.2	APC8.3	0,29	0,23	0,70	0,61
CPC3.2	APC3.4	CPC8.2	APC8.4	0,63	0,46	0,51	0,66
CPC3.2	APC3.5	CPC8.2	APC8.5	0,38	0,32	0,80	0,68
CPC3.3	APC3.1	CPC8.3	APC8.1	1,23	0,99	0,47	0,43
CPC3.3	APC3.2	CPC8.3	APC8.2	0,60	0,42	0,37	0,40
CPC3.3	APC3.3	CPC8.3	APC8.3	0,76	0,53	0,40	0,35
CPC3.3	APC3.4	CPC8.3	APC8.4	0,63	0,43	0,46	0,54
CPC3.3	APC3.5	CPC8.3	APC8.5	0,72	0,50	0,49	0,42
CPC3.4	APC3.1	CPC8.4	APC8.1	1,45	1,18	0,54	0,56
CPC3.4	APC3.2	CPC8.4	APC8.2	0,79	0,58	0,68	0,66
CPC3.4	APC3.3	CPC8.4	APC8.3	0,89	0,63	0,77	0,66
CPC3.4	APC3.4	CPC8.4	APC8.4	0,84	0,60	1,21	1,04
CPC3.4	APC3.5	CPC8.4	APC8.5	0,92	0,66	0,49	0,50
CPC3.5	APC3.1	CPC8.5	APC8.1	1,55	1,25	1,11	0,91
CPC3.5	APC3.2	CPC8.5	APC8.2	0,87	0,64	1,02	0,87
CPC3.5	APC3.3	CPC8.5	APC8.3	0,94	0,67	1,14	0,91
CPC3.5	APC3.4	CPC8.5	APC8.4	0,94	0,67	0,80	0,81
CPC3.5	APC3.5	CPC8.5	APC8.5	0,99	0,72	1,15	0,92
				X	0,79	X	0,82
				SD	0,33888416	SD	0,30865769
					0,28328435		0,22903329

NDS		AE	
CIMENTADO	ACOPLADO	CIELAB	CIEDE2000
CPC9.1	APC9.1	0,82	0,70
CPC9.1	APC9.2	0,59	0,55
CPC9.1	APC9.3	0,41	0,38
CPC9.1	APC9.4	0,90	0,80
CPC9.1	APC9.5	0,55	0,50
CPC9.2	APC9.1	0,99	0,81
CPC9.2	APC9.2	0,75	0,65
CPC9.2	APC9.3	0,58	0,50
CPC9.2	APC9.4	1,06	0,90
CPC9.2	APC9.5	0,72	0,62
CPC9.3	APC9.1	1,20	0,95
CPC9.3	APC9.2	0,89	0,74
CPC9.3	APC9.3	0,73	0,60
CPC9.3	APC9.4	1,25	1,02
CPC9.3	APC9.5	0,84	0,70
CPC9.4	APC9.1	1,16	0,92
CPC9.4	APC9.2	0,81	0,67
CPC9.4	APC9.3	0,66	0,53
CPC9.4	APC9.4	1,20	0,97
CPC9.4	APC9.5	0,76	0,62
CPC9.5	APC9.1	1,12	0,90
CPC9.5	APC9.2	0,83	0,70
CPC9.5	APC9.3	0,66	0,55
CPC9.5	APC9.4	1,18	0,98
CPC9.5	APC9.5	0,78	0,66
		X	0,86
		SD	0,23334271
			0,17658505

ARTIGO SUBMETIDO

Artigo a ser submetido ao *Dental Materials*.

**MASCARAMENTO DE SUBSTRATOS ESCURECIDOS
UTILIZANDO SISTEMAS RESTAURADORES INDIRETOS**

RESUMO

Objetivos. Avaliar a capacidade de mascaramento de substratos escurecidos utilizando sistemas restauradores indiretos.

Métodos. Foram confeccionadas amostras (1,5 mm) a partir de cinco sistemas restauradores diferentes: CAD-on (Zenostar + Crystall/Connect + IPS e.max® CAD); YLD-T (IPS e.max® ZirCAD + IPS e.max Ceram); LDC (IPS e.max® CAD); YZW (Zenostar); PICN (Enamic). Amostras foram acoplados (A) com uma pasta teste ou cimentados (C) com um cimento resinoso de dupla polimerização, ambos da mesma cor, sobre substratos de três tonalidades diferentes (n=5). As coordenadas de cor foram obtidas utilizando um espectrorradiômetro sobre fundos branco e preto, com padronização das condições de iluminação e geometria óptica de 0/45°. A diferença de cor entre as amostras A e C e dessas sobre três cores de substrato foi calculada utilizando CIEDE2000 (ΔE_{00}). A translucidez dos sistemas foi avaliada utilizando o parâmetro de translucidez (TP). Os valores de ΔE_{00} foram avaliados considerando os limiares de perceptibilidade (PT) e aceitabilidade (AT), e analisados estatisticamente usando análise de variância (ANOVA) e teste Tukey ($\alpha=0,05$).

Resultados. Houve diferenças significativas do TP entre os sistemas ($p \leq 0,05$), exceto entre CAD-on e LDC ($p > 0,05$). YLD-T apresentou os menores valores de TP e ΔE_{00} , sendo o único abaixo de AT, para ambos tipos de amostras (A e C). Exceto por um, todos os valores de ΔE_{00} entre A e C ficaram abaixo de AT.

Significância. Considerando os sistemas restauradores avaliados e com base na translucidez e ΔE , o YLD-T mostrou ser o sistema mais adequado para o mascaramento de substratos escurecidos.

Palavras-chave. Cor. Materiais dentários. Cerâmica. Restauração dentária permanente.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda pela estética na odontologia, o uso de materiais livres de metal para melhorar a aparência dental tem apresentado um crescimento significativo nas últimas décadas. Diante disso, um dos maiores desafios contemporâneos na área, é a reprodução de estruturas naturais a partir de restaurações artificiais [1]. No que diz respeito às exigências estéticas atuais, desconforto com relação a cor dos dentes é, sem dúvida, um dos principais motivos que levam os pacientes à procura de uma estética mais agradável [2]. Esse fenômeno psicofísico, complexo e subjetivo, pode ser percebido de diferentes formas dependendo do objeto, fonte de iluminação e o observador [3]. Na odontologia restauradora indireta, a cor é influenciada por fatores como a translucidez, a textura superficial, e a espessura do material, assim como dos agentes cimentantes utilizados [4-6]. Além disso, a coloração do substrato em uma reabilitação, é considerada um importante fator que influencia na aparência final das restaurações [2,7].

Em muitos casos clínicos, o sucesso estético com o uso de materiais restauradores, em especial os livres de metal, depende da capacidade de mascarar a cor desfavorável de substratos escurecidos, e ainda assim, proporcionar naturalidade final ao caso. Endodontias inadequadas, retentores intrarradiculares e estruturas metálicas de implantes, resultam em substratos escurecidos [8,9]. Continuamente, fabricantes apontam técnicas e materiais para mascarar substratos indesejáveis, resultando em uma restauração de aparência próxima ao dente natural, contudo, ainda há pouca ou nenhuma comprovação científica indicando a real capacidade de mascaramento desses métodos e sistemas restauradores.

O uso dos cimentos resinosos com cor, como mencionado anteriormente,

é considerado outro aspecto importante na obtenção de um resultado final mais favorável [2,5]. Atualmente, há inúmeros sistemas e cores de cimentos para compensar ou mascarar colorações indesejáveis. Diante disso, os fabricantes adicionaram aos *kits* de cimentação as pastas testes (*try-in*), para que o profissional possa provar a restauração indireta antes da cimentação final. Porém a correspondência da cor entre a pasta teste e os cimentos resinosos geram controvérsias na literatura [10,11].

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a capacidade de mascaramento de substratos escurecidos por diferentes sistemas restauradores indiretos, utilizando o parâmetro de translucidez (TP), a diferença de cor CIEDE2000 (ΔE_{00}) de amostras acopladas (A) e cimentadas (C) sobre substratos com diferentes graus de escurecimento e comparar os valores de ΔE_{00} entre A e C para o mesmo substrato, verificando a correspondência entre a pasta teste e o cimento resinoso, testando as seguintes hipóteses: (1) o TP é influenciado pela característica microestrutural dos sistemas restauradores; (2) a cor do substrato influencia os valores de ΔE_{00} para A e C dos sistemas restauradores; e (3) a pasta teste e o cimento resinoso apresentam diferença de cor clinicamente aceitável.

MATERIAIS E MÉTODOS

Fabricação dos corpos de prova

Cinco sistemas restauradores indiretos, constituíram os grupos experimentais (Figura 1):

- CAD-on- estrutura em três camadas baseado na técnica IPS e.max® CAD-on;

- YLD-T- estrutura em duas camadas, com uma infraestrutura em zircônia recoberta por uma porcelana feldspática;
- LDC- estrutura monolítica a base de dissilicato de lítio;
- YZW- estrutura monolítica a base de zircônia; e
- PICN- estrutura monolítica de material híbrido composto de cerâmica infiltrada por polímero [12].

Essas estruturas que formam os grupos experimentais foram confeccionadas a partir dos materiais restauradores apresentados na Tabela 1.

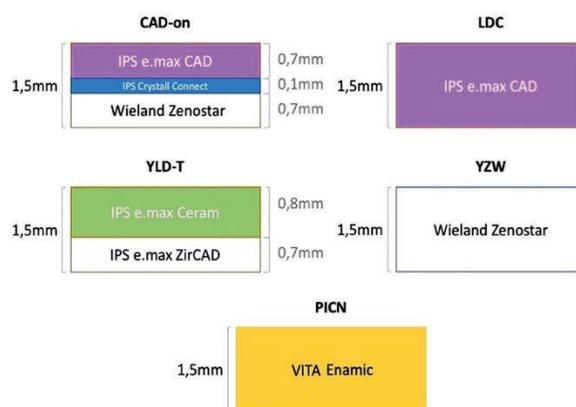


Figura 1: Desenho esquemático dos grupos experimentais com respectivas espessuras.

Tabela 1. Materiais restauradores utilizados no estudo.

1	Classificação	Indicação
IPS e.max® CAD A1* HT e LT	Cerâmica a base de dissilicato de lítio	Infra-estrutura e recobrimento
IPS e.max® Ceram DA1*	Cerâmica vítrea de nano-fluorapatita	Recobrimento
IPS e.max® ZirLiner 1*	Cerâmica vítrea de baixa fusão	Conferir maior adesão à cobertura de porcelana
IPS e.max® ZirCAD MO0*	Zircônia tetragonal parcialmente estabilizada por ítria (Y-TZP)	Infra-estrutura
IPS e.max® CAD* Crystall./Connect*	Cerâmica Vítrea	Vidro de fusão
Wieland Zenostar MT 0®*	Zircônia tetragonal parcialmente estabilizada por ítria (Y-TZP)	Infra-estrutura e monolítica
Zenostar® MT Color Liquid A1*	Colorante a base de água	Conferir cor à zircônia
Vita Enamic® 0M1HT‡	Compósito híbrido: cerâmica infiltrada por polímero (PICN)	Monolítica

*Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein.

‡ Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha

Amostras (n= 20) foram cortados a partir de blocos (IPS e.max® CAD, IPS e.max® ZirCAD e Vita Enamic®) e discos (Wieland Zenostar MT) para o sistema CAD-CAM, utilizando uma cortadeira metalográfica (Minitom, Struers ApS, Copenhagen, Dinamarca) com disco diamantado sob refrigeração de água. A porcentagem de contração de cada um dos materiais foi considerada previamente ao corte seguindo as recomendações dos fabricantes. Posteriormente, foi realizado o acabamento e polimento das amostras utilizando lixas de carbetto de silício (granulações #400, 600, 800 e 1200) de tal maneira que todos os grupos apresentaram estruturas com espessura e textura superficial adequadas (Figura 1). As espessuras de cada camada e a final foram verificadas com um paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo Corp., Tóquio, Japão).

As amostras dos sistemas restauradores de única camada (monolíticos) que precisam de tratamento térmico, LDC e YZW, foram levadas ao forno para, respectivamente, cristalização (Programat EP5000, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) e sinterização (Zirkonofen 600/V2, ZirkonZahn, Gais, Tirol do Sul, Itália), segundo as indicações do fabricante. As amostras do PICN foram cortadas e polidas com espessura de 1,5 mm pois esse sistema não precisa de qualquer tratamento térmico. Para o grupo CAD-on, após a obtenção da infraestrutura (Wieland Zenostar) sinterizada com espessura de 0,7 mm, essa foi unida a uma estrutura de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD HT) pré-sinterizado usando um vidro de fusão (Crystall/Connect) que foram cristalizados (Programat EP5000, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) simultaneamente, de acordo com as recomendações do fabricante.

Para o sistema restaurador YLD-T, foi aplicada e sinterizada uma camada de cerâmica de baixa fusão (IPS e.max ZirLiner) sobre a infraestrutura de zircônia (IPS ZirCAD) sinterizada. Adicionalmente, uma camada de porcelana (IPS e.max Ceram D1) foi aplicada por estratificação (pó e líquido) com auxílio de uma matriz silicone (Zetalabor, Zhermack SpA, Badia Polesine, Itália). Vibração e papel absorvente foram utilizados para remover o excesso do líquido da porcelana antes da sinterização que foi realizada seguindo as recomendações do fabricante. Por fim, o acabamento e polimento foi realizado através de lixas de carvão de silício (granulações #400, 600, 800 e 1200) para padronizar a espessura (1,5 mm) e textura superficial.

Fabricação dos substratos

Os substratos (n= 90) foram produzidos com um material resinoso fotopolimerizável (IPS Natural Die Material, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) com a finalidade de simular, clinicamente, preparos com diferente grau de escurecimento. Esse material é utilizado por técnicos de laboratório com essa finalidade. Três das nove tonalidades disponíveis pelo sistema foram utilizadas:

- ND3- cor semelhante a dentina normalmente encontrada em procedimentos restauradores (controle);
- ND8- cor semelhante a dentina com alto grau de escurecimento; e
- ND9- cor representando uma estrutura metálica (simulando pinos ou estruturas metálicas sobre implantes).

Uma matriz de teflon (14 mm x 14 mm x 2,5 mm) foi utilizada para inserir o material com espessura de 2,5 mm. A lisura de superfície foi garantida por uma tira de poliéster e lâmina de vidro onde foi

posicionada a ponta do fotopolimerizador (Radii-cal, SDI Limited, Victoria, Austrália) ativado por 40 s em cada um dos lados da estrutura.

União dos CP aos substratos

Algumas mostras (n= 5) de cada sistema restaurador foram acoplados (A) aos substratos utilizando uma pasta teste (Variolink N Try-in, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) e outras (n= 15) foram cimentadas (C) com um cimento resinoso de dupla polimerização (Variolink N, pasta base e catalizadora, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein), ambos (pasta teste e cimento) com a mesma tonalidade (White).

As amostras A foram as mesmas usadas sobre os três diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9), devido a reversibilidade do procedimento (*try-in*). Para isso, uma fina camada da pasta teste foi aplicada na amostra que foi posicionado sobre o substrato sob pressão digital. Todos os testes foram realizados por único operador. Após remoção dos excessos da pasta teste, a avaliação objetiva da cor foi realizada e a amostra foi removida do substrato e limpa com jatos de água/ar por 15 s, seguido de secagem com jatos de ar. Esse procedimento de limpeza permitiu o acoplamento de uma amostra a todos os substratos, seguindo o mesmo protocolo.

Nas amostras C, a área de adesão no substrato foi condicionada com ácido hidrófluorídrico a 10% (Condac porcelana, FGM, Joinville, SC, Brasil) por 10 s. A superfície de adesão de amostras ácido resistentes, ou seja, estruturas em zircônia (CAD-on, YLD-T e YZW) foram jateadas (Basic Classic, Renfert do Brasil, Ribeirão Preto, Brasil) com partículas de óxido de alumínio (Cobra 25 µm, Renfert do Brasil, Ribeirão Preto, Brasil) por 20 s, com pressão de 2 bar, a uma distância

de 10 mm da ponta do jateador posicionado perpendicularmente a superfície da amostra. As amostras ácido sensíveis (LDC e PICN) tiveram a superfície de adesão condicionada com ácido hidrofúorídrico seguindo os tempos indicados pelos fabricantes (20 s para o LDC e 30 s para o PICN). As amostras C e os substratos foram limpos em banho sônico (VITASONIC II, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) com água destilada por 5 min e secos com jatos de ar. Em seguida, foi aplicado uma fina camada de adesivo (Tetric N-Bond®, Ivoclar Vivadent) sobre as superfícies de união das amostras C e dos substratos. A pasta base e a pasta catalisadora do cimento resinoso (Variolink® N, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) foram misturadas sobre uma placa de vidro até conseguir uma completa homogeneização do material. O cimento foi aplicado na superfície tratada das amostras que foram posicionados sobre os substratos. Com o intuito de padronizar a espessura do cimento resinoso, uma carga de 750 g foi aplicada sobre as amostras. O excesso de cimento foi removido com auxílio de um microbrush (FGM, Joinville, SC, Brasil) e a fotopolimerização (Radical®, SDI Limited, Victoria, Austrália; 1200 mW/cm²) de 40 s foi efetuada em cada um dos lados.

Medição da reflectância espectral e coordenadas de cor

A reflectância espectral foi medida usando um espectroradiômetro (Spectrascan PR-670, Photo Research, Chatsworth CA, USA) sobre fundos branco ($L^*=94,70$; $a^*=0,06$ e $b^*=3,85$) e preto ($L^*=22,74$; $a^*=-0,38$ e $b^*=-1,67$). As mensurações foram feitas sob iluminação direta constante oriunda de dois cabos de fibra óptica (modelo 70050; Newport Stratford Inc.) conectadas a uma lâmpada de

arco de xenon (300W, Newport Stratford Inc.) com temperatura de cor de 6.500K e geometria óptica de 0/45°. Três medições foram realizadas no centro de cada material ou estrutura (amostra (original, A e C), substrato (ND3, ND8 e ND9), cimento resinoso e pasta *try-in*), a uma distância de 35 cm. As coordenadas de cor, L* (eixo de luminosidade), a* (eixo vermelho-verde) e b* (eixo amarelo-azul) foram determinados a partir dos dados da reflectância espectral (comprimento de ondas entre 380-780 nm com intervalo de 2 nm).

Diferenças de cor

As diferenças de cor entre as amostras C e A sobre os mesmos substratos e as diferenças de cor das amostras A e C aos diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para os diferentes grupos de sistema restaurador foram comparados entre si usando o sistema CIEDE2000 (ΔE_{00}), pela equação:

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

onde $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ são as diferenças de luminosidade, saturação (*chroma*) e matiz (*hue*) em um par de amostras, e R_T é uma função de rotação que representa a interação entre as diferenças de saturação e matiz na região azul. Funções de ponderação (*weighting functions*), S_L , S_C , S_H , ajustam a diferença de cor total para variação da localização do par de diferente cor nas coordenadas L', a', b' e os fatores paramétricos K_L , K_C , K_H , são termos de correção para condições experimentais.

Parâmetro de Translucidez (TP)

Previamente ao acoplamento das amostras A (n= 5), essas amostras foram usados para medir o TP de cada sistema restaurador. Adicionalmente, as amostras do cimento resinoso e da pasta *try-in* também foram avaliadas. O TP se calcula a partir da diferença de cor (ΔE_{ab}^*) de uma mesma amostra sobre um fundo preto e um fundo branco seguindo a equação [13]:

$$TP = \sqrt{(L_B^* - L_W^*)^2 + (a_B^* - a_W^*)^2 + (b_B^* - b_W^*)^2}$$

onde as letras B e W indicam que as coordenadas de cor foram obtidas sobre um fundo preto e outro branco, respectivamente. Quanto mais elevado o valor de TP, mais translúcido é o material e, conseqüentemente, tem uma menor capacidade de mascaramento do substrato.

Análise Estatística dos Dados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, no caso de diferença estatística, foi usado o teste Tukey com nível de significância de 5% ($\alpha= 0,05$). As análises foram realizadas em um software estatístico (SPSS 16.0, Chicago, IL, EUA).

Para complementar a análise estatística, os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT: 0,8 ΔE_{00}) e aceitabilidade 50:50% (AT: 1,8 ΔE_{00}) foram utilizados [14]. Valores de ΔE abaixo de 0,8 foram considerados imperceptíveis ao olho humano. Valores entre 0,8 e 1,8

foram considerados perceptíveis, porém aceitáveis clinicamente. Valores acima de 1,8 foram considerados inaceitáveis clinicamente.

RESULTADOS

Parâmetro de translucidez (PT)

Os valores médios, desvio padrão e a comparação estatística do TP para os diferentes sistemas restauradores estão representados na Figura 5. Os grupos YLD-T e PICN apresentaram o menor valor médio ($3,68 \pm 0,94$) e o maior valor médio ($15,63 \pm 0,87$) do TP, respectivamente ($p \leq 0,05$). Os valores do TP dos grupos CAD-on ($14,39 \pm 0,22$) e LDC ($14,8 \pm 0,20$) não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$) (Figura 5).

Diferenças de Cor (ΔE)

Os valores médios e desvio padrão de ΔE (ΔE_{00}) das amostras A e C sobre os diferentes substratos para cada sistema restaurador, assim como os valores dos limiares de perceptibilidade (PT) e aceitabilidade (AT) estão representados nas Figuras 2 e 3 e descritos na Tabela 2. YLD-T foi o grupo que apresentou os menores valores médios de diferença de cor tanto acoplados (A) como cimentados (C) sobre os diferentes substratos e com resultados abaixo do limiar de aceitabilidade ($AT = 1,8 \Delta E_{00}$) (Figuras 2 e 3 e Tabela 2). Nos demais grupos, os valores ΔE_{00} ficaram acima de AT e nenhuma avaliação resultou em valores abaixo de PT. Os maiores valores médios de diferença de cor foram encontrados quando cimentados nos substratos ND3 e ND9 ($p \leq 0,05$). Diferenças estatísticas foram verificadas entre os grupos ($p > 0,05$), exceto com YLD-T acoplados sobre os diferentes substratos e nas

amostras cimentadas entre ND3-ND8/ND8-ND9 ($p \leq 0,05$) para esse mesmo sistema restaurador (Tabela 2).

Considerando as amostras A e C sobre os mesmos substratos, somente o YZW em ND9 resultou em diferença de cor acima de AT. Nas demais avaliações os valores ficaram abaixo de AT e nos grupos YZW, PICN e CAD-on (em ND3) os resultados obtidos ficaram abaixo de PT. Os valores médios, diferenças estatísticas e a representação gráfica podem ser visualizadas na tabela 3 e figura 4, respectivamente.

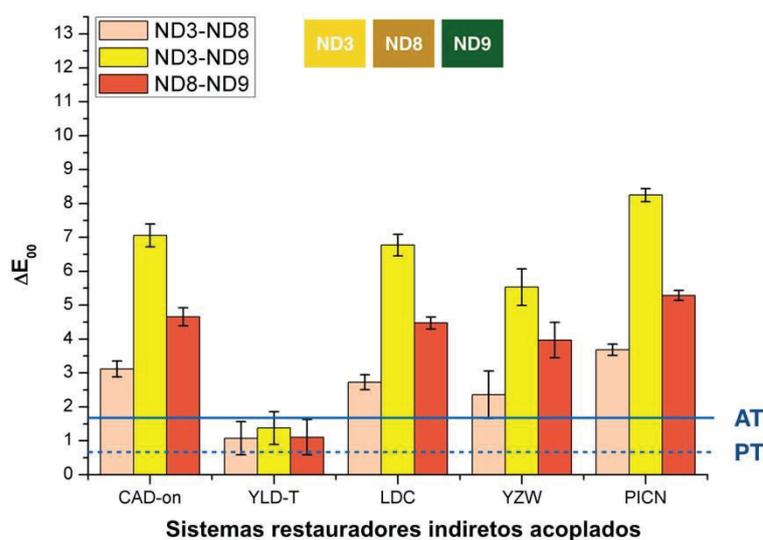


Figura 2. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIEDE2000 (ΔE_{00}) dos sistemas restauradores acoplados (A) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul, representam os limiares de perceptibilidade 50%:50% (PT) ($\Delta E_{00}=0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00}=1,8$) [14].

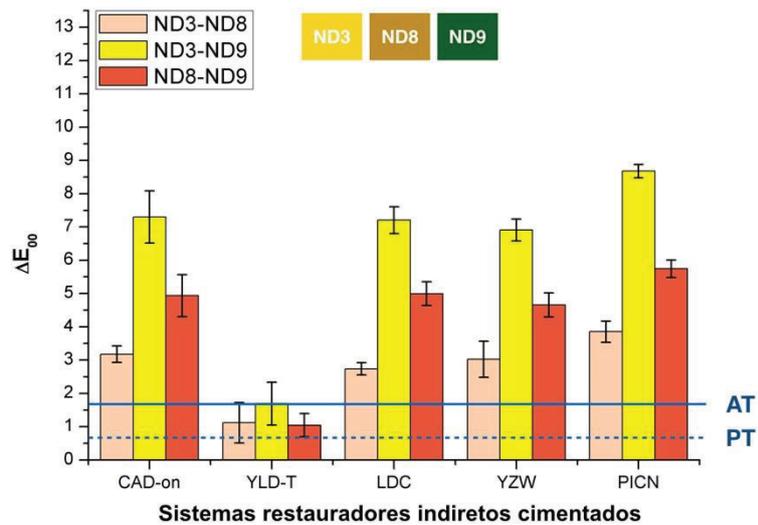


Figura 3. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{00}) dos sistemas restauradores cimentados (C) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9). As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{00}=0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00}=1,8$) [14].

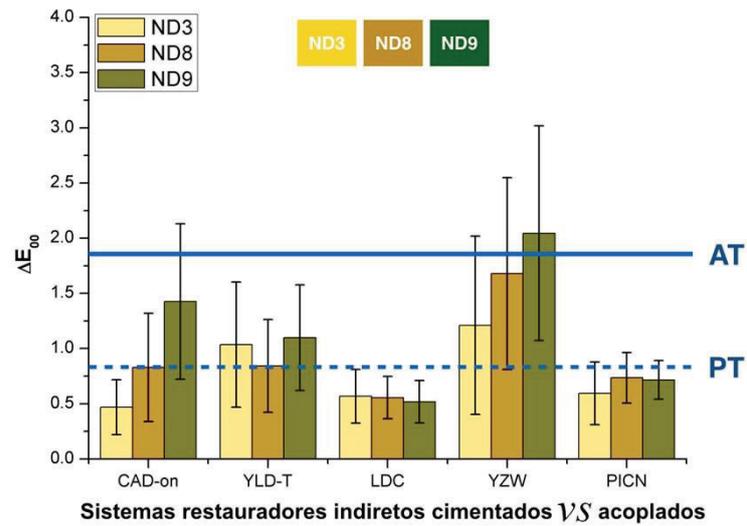


Figura 4. Valores médios e desvio padrão da diferença de cor CIELAB (ΔE_{00}) entre SRI acoplados (CP-A) e cimentados (CP-C) sobre substratos de mesma coloração. As linhas horizontais em azul representam os limiares de perceptibilidade 50:50% (PT) ($\Delta E_{00}=0,8$) e aceitabilidade 50:50% (AT) ($\Delta E_{00}=1,8$) [14].

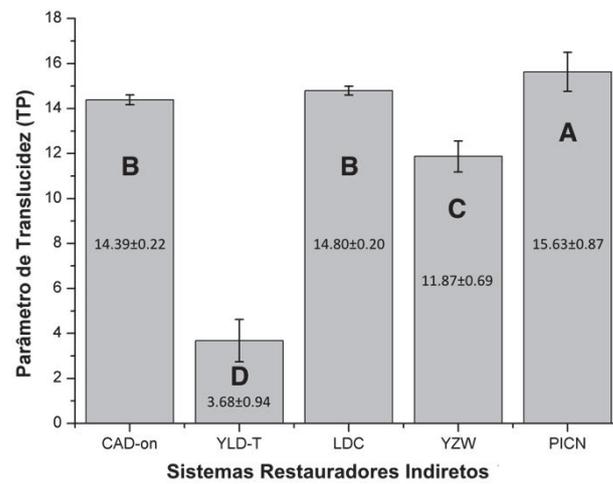


Figura 5. Valores médios e desvio padrão do TP dos diferentes sistemas restauradores (n=5) com espessura de 1,5 mm. Análise de variância e teste Tukey mostram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão de diferenças de cor (ΔE_{00}) dos corpos de prova acoplados (A) e cimentados (C) sobre os diferentes substratos (ND3, ND8 e ND9) para cada um dos sistemas restauradores.

Substratos	tipo de amostra	Diferença de cor (ΔE_{00})					
		CAD-on	YLD-T	LDC	YZW	PICN	
ND3-ND8	A	3,12±0,23C	1,08±0,49A†	2,73±0,22C	2,36±0,70C	3,68±0,17C	
	C	3,18±0,25c	1,12±0,61b†	2,74±0,18c	3,02±0,54c	3,86±0,32c	
ND3-ND9	A	7,06±0,33A	1,38±0,48A†	6,77±0,32A	5,53±0,54A	8,25±0,19A	
	C	7,30±0,79a	1,70±0,64a†	7,20±0,41a	6,91±0,33a	8,68±0,20a	
ND8-ND9	A	4,66±0,27B	1,11±0,52A†	4,47±0,18B	3,97±0,52B	5,29±0,14B	
	C	4,94±0,63b	1,04±0,35b†	5,00±0,36b	4,66±0,36b	5,74±0,26b	

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{00} para A sobre dois substratos diferentes (coluna).

Diferentes letras minúsculas representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{00} para C sobre dois substratos diferentes (coluna).

† Valores abaixo do limiar de aceitabilidade ($AT = 1,8 \Delta E_{00}$) [14].

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão de diferenças de cor (ΔE_{00}) entre os corpos de prova acoplados (A) e cimentados (C) sobre substratos de mesma coloração para cada sistema restaurador.

Substratos	Diferença de Cor	Sistemas restauradores indiretos (A vs C)				
		CAD-on	YLD-T	LDC	YZW	PICN
ND3	ΔE_{00}	0,47±0,25bØ	1,04±0,57a†	0,57±0,24aØ	1,21±0,81b†	0,59±0,28aØ
ND8	ΔE_{00}	0,83±0,49b†	0,84±0,42a†	0,56±0,19aØ	1,68±0,87ab†	0,74±0,23aØ
ND9	ΔE_{00}	0,98±0,70a†	1,10±0,48a†	0,52±0,19aØ	2,05±0,97a	0,72±0,18aØ

Diferentes letras representam diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) dos valores médios de ΔE_{00} sobre o mesmo substrato e para o mesmo sistema restaurador (coluna).

Ø Valores abaixo do limiar de perceptibilidade (PT = 0,8 ΔE_{00}) [14].

† Valores abaixo do limiar de aceitabilidade (AT = 1,8 ΔE_{00}) [14].

DISCUSSÃO

Considerando as exigências estéticas atuais, o presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de mascaramento de substratos escurecidos a partir de cinco sistemas restauradores indiretos livres de metal e, frequentemente, utilizados na prática clínica. Além disso, utilizou-se substratos com três diferentes graus de escurecimento para avaliar a correspondência de cor entre a pasta teste (*try-in*) e o cimento resinoso.

Nesse estudo, o instrumento utilizado na obtenção dos dados de cor foi um espectrorradiômetro. A grande vantagem desse instrumento é que ele mede as amostras sem entrar em contato com elas, usando as mesmas condições de distância e iluminação que a determinação visual de cor [15]. O uso de espectrofotômetros dentários (ex. EasyShade, Vita) é muito comum em pesquisas [8,9,17-22]. Porém, quando a medição é realizada em superfícies curvas (como a superfície dos dentes) há chance que ocorra uma leitura errônea da cor, pois por ser um instrumento de contato, parte da luz que atinge a superfície pode ser perdida. Adicionalmente, por mais que esses dispositivos utilizem algoritmos diferentes para conseguir um ajuste da dispersão de luz através de materiais diferentes (dentes, coroas e escalas de cor), provavelmente não conseguem uma compensação adequada. Assim, pode-se produzir uma fonte de erro significativa [20,23,24]. Nenhum dos estudos que avaliou a capacidade de mascaramento utilizou um espectrorradiômetro para obter as coordenadas de cor.

Tradicionalmente, os estudos relativos a cor em odontologia utilizam a métrica de diferença de cor CIELAB. Essa métrica usa a

distância euclidiana para medir a distância dentro do espaço de cor CIELAB, assumindo que esse espaço é uniforme e que todos os fatores têm igual importância [25]. Estudos prévios [24,26] sobre perceptibilidade e aceitabilidade dos limiares de diferença de cor sugeriram uma discrepância na sensibilidade à luminosidade (L^*), ao eixo verde-vermelho (a^*) e ao eixo azul-amarelo (b^*) dentro do espaço de cor CIELAB. Assim, a CIE (2004) recomendou o uso de CIEDE2000 para estudos de avaliação de cor. Sendo assim, o presente estudo utilizou a métrica CIEDE2000 para calcular as diferenças de cor entre as amostras.

A cor é uma propriedade psicofísica, sendo influenciada diretamente pela avaliação do observador. Assim, quando se trata de avaliação de cor, os limiares de perceptibilidade (PT) e aceitabilidade (AT) são, muito provavelmente, mais importantes que apenas a avaliação estatística de valores, pois a partir de limiares pré-definidos, podemos relacionar os dados encontrados nos estudos com a avaliação visual [27]. Os valores de PT ($\Delta E_{00}=0,8$) e de AT ($\Delta E_{00}=1,8$) utilizados no presente estudo foram recentemente aceitos e incorporados à norma ISO [28], e foram definidos a partir de um estudo multicêntrico [14].

Os substratos utilizados no presente estudo, foram fabricados a partir de uma resina fotopolimerizável (Natural Die Material, Ivoclar Vivadent), utilizada em laboratórios de prótese com a finalidade de reproduzir diferentes cores de substratos observados na clínica. Chaiyabutr *et al.* [16] utilizaram esses materiais e avaliaram a influência dos substratos, agentes cimentantes e diferentes espessuras cerâmicas na cor de restaurações. No entanto, o experimento utilizou pastas *try-in* para realizar o acoplamento das estruturas cerâmicas aos substratos. O

presente estudo tentou reproduzir as condições clínicas, utilizando tanto a pasta teste como a cimentação propriamente dita das estruturas restauradoras aos substratos.

Os valores de translucidez dos sistemas restauradores avaliados no presente estudo foram influenciados por sua microestrutura, aceitando a primeira hipótese experimental. Tais valores podem ser explicados por alguns fatores: (1) o YLD-T apresenta uma infraestrutura em zircônia com alto conteúdo cristalino (IPS e.max® ZirCAD) e nenhuma fase vítrea, impedindo que grande parte da luz seja transmitida através do material, tornando-o mais opaco [29]; (2) materiais restauradores formados por mais de uma camada, podem apresentar diferentes índices de refração, modificando o comportamento da luz. Assim fenômenos ópticos de reflexão e *scattering* (espalhamento) entre mais de uma camada poderiam ser diferentes e produzir uma maior opacidade do sistema restaurador [30,31]; (3) a infraestrutura foi recoberta com uma única camada de porcelana feldspática de dentina (IPS e.max® Ceram D1), o que foi reportado ser menos translucido e com maior capacidade de mascaramento do que a porcelana feldspática de esmalte [31]; e (4) o efeito opaco da zircônia é atribuído ao tamanho do grão, ligeiramente maior que o comprimento de onda da luz visível. Adicionalmente, a zircônia apresenta um índice de refração maior que as estruturas dentárias [32-33].

O CAD-on, mesmo sendo um sistema restaurador tricamada, mostrou valor médio elevado de TP ($14,39 \pm 0,22$) (Figura 5), muito provavelmente devido à utilização de uma infraestrutura em zircônia translúcida (Zenostar®) recoberta com uma cerâmica a base de dissilicato de lítio com alto grau de translucidez (IPS e.max® CAD HT).

O PICN, fabricado a partir de uma cerâmica infiltrada por polímeros (Enamic, VITA), mostrou o maior valor de TP (15.63 ± 0.87) (Figura 5). Esse material, chamado de cerâmica híbrida pelo fabricante, apresenta 75 vol% de cerâmica feldspática e 25 vol% de polímeros (UDMA e TEGDMA) [12]. Sen e Us [34], quando avaliaram a translucidez do Enamic, encontraram resultados de TP inferiores em relação ao dissilicato de lítio (IPS e.max® CAD), não concordando com o presente estudo. No entanto, naquele estudo os autores utilizaram amostras a partir de um bloco de dissilicato com alta translucidez (HT), diferindo do que foi avaliado no presente estudo, que usou o LT. Awad *et al.* [35], também encontraram uma maior translucidez no dissilicato de lítio (IPS e.max® CAD LT) em relação ao material híbrido (Enamic®) tanto para amostras de 1 mm quanto para 2 mm de espessura. Aquele estudo utilizou outra metodologia (transmitância total – T%) e outra modalidade de instrumento (espectrofotômetro) para aferir as amostras. Contudo, pela presença de poucos estudos relacionados ao comportamento óptico dos materiais híbridos, recomenda-se que mais experimentos sejam realizados para elucidar tal discordância entre estudos.

O YLD-T apresentou os menores valores de diferença de cor quando as amostras foram acoplados e cimentados sobre diferentes substratos (tabela 2), confirmando que a utilização desse material sobre diferentes cores de substratos não influencia na cor e aparência final das restaurações. Além disso, esse sistema foi o único que apresentou valores ΔE_{00} abaixo dos valores de AT (Figuras 2 e 3), o que é clinicamente relevante por ser o material que apresentou uma melhor capacidade de mascaramento independente da cor do substrato.

O sistema CAD-on, fabricado a partir de uma infraestrutura em zircônia translúcida (Zenostar®), recoberta por uma cerâmica a base de dissilicato de lítio com alto grau de translucidez (IPS e.max® CAD HT) e unidas por um vidro de fusão (Crystall Connect), apresentou valores de diferença de cor acima dos limiares de aceitabilidade (Figuras 2 e 3) quando foi acoplado e cimentado sobre diferentes substratos. Basso *et al.* [36] avaliaram a capacidade de mascaramento desse mesmo sistema sobre substratos escurecidos e obtiveram excelentes resultados. Porém, foi utilizada uma base de zircônia convencional (IPS e.max® ZirCAD). O presente estudo utilizou uma infraestrutura de zircônia translúcida para o sistema CAD-on, pois essa opção foi reconhecida pela empresa Ivoclar Vivadent em 2013, após a aquisição da empresa Wieland Dental, fabricante do sistema Zenostar. Assim, esse estudo é o único que testou a translucidez e a capacidade de mascaramento desse material. Diante dos achados no presente estudo, esse sistema restaurador foi incapaz de mascarar substratos escurecidos, e o uso de uma infraestrutura com maior opacidade deve ser levado em consideração para mascarar substratos desfavoráveis.

No presente estudo, houveram diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) entre os diferentes substratos nos grupos CAD-on, LDC, YZW e PICN quando acoplados e cimentados (Tabela 2). Esses achados concordam com outros estudos que também verificaram a influência da cor do substrato na cor final das restaurações. No entanto, no YLD-T, não ocorreram diferenças estatísticas significantes ($p > 0,05$) de diferença de cor desse material sobre os diferentes substratos, demonstrando a alta capacidade de mascaramento desse sistema restaurador. Diante desses achados, a influência do substrato na cor final em uma reabilitação

protética, torna-se mais evidente quando se utilizam materiais mais translúcidos, e quando se busca mascarar algum substrato indesejável, a opção por materiais mais opacos deve ser levada em consideração. Assim, a segunda hipótese desse estudo é aceita.

Estudos confirmam a influência da espessura na translucidez e mascaramento de substratos escurecidos. Quanto maior a espessura menor a translucidez e maior a capacidade de mascaramento do material [9,16,18,21,31,36]. No presente estudo, todas as estruturas restauradoras foram confeccionadas com espessura de 1,5 mm, para simular uma espessura clinicamente relevante. No entanto, essa única espessura também foi uma limitação do estudo e recomenda-se que outras espessuras sejam avaliadas para assegurar ampla aplicabilidade clínica dos resultados.

O presente estudo teve o cuidado de reproduzir o protocolo clínico de cimentação utilizando um sistema amplamente usado por profissionais da odontologia (Variolink N, Ivoclar Vivadent), incluindo a prova da estrutura com uma pasta *try-in* (A), o condicionamento das estruturas e dos substratos, até a cimentação final (C). Outros estudos utilizaram somente a pasta teste [16], ou somente a cimentação sem o condicionamento superficial [18], ou não utilizaram qualquer agente entre a estrutura e o substrato [22].

No caso da comparação entre as amostras A e C sobre o mesmo substrato, somente no sistema restaurador YZW sobre o substrato ND9 que resultou em valores ΔE acima do 50:50% AT (figura 4). No entanto, esse valor acima de AT (YZW em ND9), se encontra dentro do intervalo de confiança ao 95% do valor de AT para a métrica CIEDE2000(1,23 – 2,37), segundo Paravina *et al.* [14].

Diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) foram encontradas entre o CAD-on e o YZW acoplado e cimentado sobre o mesmo substrato (Tabela 3), o que pode ser justificado por dois fatores: (1) diferença durante os protocolos de cimentação e acoplamento (devido a diferente viscosidade entre o cimento e o *try-in*), onde a espessura de cimento foi padronizada pelo uso de um dispositivo com aplicação de uma carga de 750 g e o acoplamento com a pasta teste realizado sob pressão digital (limitação do presente estudo); (2) nos grupos cimentados foram realizados os procedimentos de condicionamento superficial (ácido hidrófluorídrico e jateamento com óxido de alumínio) tanto nas estruturas restauradoras como nos substratos, onde a literatura reporta que mudanças na textura superficial afetam a translucidez dos materiais, pois alteram os índices de refração da luz [35]. No entanto os valores de diferença de cor entre as estruturas acoplados e cimentados sobre a mesma coloração de substrato ficaram abaixo do AT (Figura 4 e Tabela 3), aceitando parcialmente a terceira hipótese do estudo.

No presente estudo, somente avaliações instrumentais foram realizadas. No entanto, sugere-se que avaliações subjetivas para confrontar com os limiares visuais e ter maior embasamento e informações sobre a capacidade de mascaramento dos materiais e aceitabilidade clínica sejam realizadas, pois recomenda-se que as avaliações por instrumentos sempre sejam acompanhadas pela percepção visual de profissionais experientes [37,38].

CONCLUSÃO

Considerando as limitações deste estudo *in vitro*, pode-se afirmar que:

- YLD-T apresentou menores valores para TP e ΔE_{00} , indicando a melhor capacidade de mascaramento de substratos escurecidos.
- Os sistemas restauradores CAD-on, LDC, YZW e PICN apresentaram valores de ΔE_{00} acima de AT não sendo capazes de mascarar, clinicamente, substratos escurecidos.
- Os valores de diferença de cor entre estruturas A e C se estabeleceram abaixo do AT, e a correspondência de cor entre a pasta teste e o cimento resinoso foram clinicamente aceitáveis.
- A influência do substrato na cor final das restaurações foi mais percebida em materiais que apresentaram maior translucidez.

REFERÊNCIAS

- [1] Poggio CE, Ercoli C, Rispoli L, Maiorana C, Esposito M. Metal-free materials for fixed prosthodontic restorations. *Cochrane Database of Syst Rev* 2017.
- [2] Della Bona A. *Bonding to ceramics: scientific evidences for clinical dentistry*. São Paulo: Artes Médicas. 2009.
- [3] van Noort R, Barbour M. *Introduction to dental materials*. Edinburgh: Mosby Elsevier; 2015.
- [4] Dozić A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, van der Zel J, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 2003;90(6):563-70.
- [5] Kürklü 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;41(11):1043-50.
- [6] Della Bona A, Pecho OE, Ghinea R, Cardona JC, Pérez MM. Colour parameters and shade correspondence of CAD/CAM ceramic systems. *J Dent* 2015;43:726-34.
- [7] Raptis NV, Michalakis KX, Hirayama, H. Optical behavior of current ceramic systems. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26: 31-41.
- [8] Shono NN, Nahedh HN. Contrast Ratio and Masking Ability of Three Ceramic Veneering Materials. *Oper Dent* 2012;37(4):406-16.
- [9] Dede DO, Armağanci A, Ceylan G, Celik E, Cankaya S, Yilmaz B. Influence of implant abutment material on the color of different ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2016;116(5):764-9.
- [10] 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;38:87-94.
- [11] Rigoni P, Amaral FLB, França FMG, Basting RT. Color agreement between nanofluorapatite ceramic discs associated with try-in pastes and with resin cements. *Braz Oral Res* 2012;26(6):516-22.
- [12] Della Bona A, Corazza PH, Zhang Y. Characterization of a polymer infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater* 2014; 30(5):564-9.
- [13] Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency Parameter of Colorants for Maxillofacial Prostheses. *Int J Prosthodont* 1995;8:79-86.
- [14] Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Della Bona A, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Pérez M. Color Difference Thresholds in Dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015;27:S1-S9.
- [15] Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Accelerated Aging Effects on Color and Translucency of Bleaching-Shade Composites. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(2):117-26.

- [16] Chaiyabutr Y, Kois JC, LeBeau D, Nunokawa G. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *J Prosthet Dent* 2011;105(2):83-90.
- [17] Farhan D, Sukumar S, von Stein-Lausnitz A, Aarabi G, Alawneh A, Reissmann DR. Masking Ability of Bi- and Tri- Laminate All-Ceramic Veneers on Tooth-Colored Ceramic Discs. *J Esthet Restor Dent* 2014;26(4):232-9.
- [18] Begum Z, Chheda P, Shruthi CS, Sonika R. Effect of Ceramic Thickness and Luting Agent Shade on the Color Masking Ability of Laminate Veneers. *J Indian Prosthodont Soc* 2014;14(S1):46-50.
- [19] Della Bona A, Nogueira AD, Pecho OE. Optical properties of CAD–CAM ceramic systems. *J Dent* 2014;42(9):1202-9.
- [20] Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater* 2016;32(1):82-92.
- [21] Tabatabaian F, Shabani S, Namdari M, Sadeghpour K. Masking ability of a zirconia ceramic on composite resin substrate shades. *Dent Res J* 2017;14(6):389-94.
- [22] Tabatabaian F, Taghizade F, Namdari M. Effect of coping thickness and background type on the masking ability of a zirconia ceramic. *J Prosthet Dent* 2018;119(1):159-65.
- [23] Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48:341-58.
- [24] Perez M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, Paravina RD. Dental ceramics: A CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent* 2011;39:37-44.
- [25] Mangine H, Jakes K, Noel C. Preliminary comparison of CIE color differences. *Color Res Appl* 2005;30:288-94.
- [26] Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent* 2007;35(7):593-9.
- [27] Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent* 2010;38:57-64.
- [28] International Organization for Standardization. ISO/TR 28642: Dentistry - Guidance on colour measurement. Geneva; 2016.
- [29] Heffernan M, 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;88(1):4-9.

- [30] Ragain JC, Johnston WM. Accuracy of Kubelka-Munk Reflectance Theory Applied to Human Dentin and Enamel. *J Dent Res* 2001;80(2):449-52.
- [31] Boscato N, Hauschild FG, Kaizer M, Moraes RR. Effectiveness of Combination of Dentin and Enamel Layers on the Masking Ability of Porcelain. *Braz Dent J* 2015;26(6):654-9.
- [32] Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry. Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Dent* 2009; 4(2):130-51.
- [33] Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J* 2011;56:84-96.
- [34] Sen N, Us YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2017.
- [35] Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent* 2015;113(6):534-40.
- [36] Basso GR, Kodama AB, Pimentel AH, Kaizer MR, Della Bona A, Moraes RR, Boscato N. Masking Colored Substrates Using Monolithic and Bilayer CAD-CAM Ceramic Structures. *Oper Dent* 2017;42(4):387-9.
- [37] Pecho OE, Ghinea R, Pérez MM, Della Bona A. Influence of Gender on Visual Shade Matching in Dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2017;29(2):15-23.
- [38] Della Bona A, Barrett AA, Rosa V, Pinzetta C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: Three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dent Mater* 2009;25(2):276-81.

