UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

RAPHAELA FARIAS RODRIGUES

**Avaliação da estabilidade de cor e capacidade de
mascaramento de facetas com cerâmicas reforçadas por
dissilicato de lítio e cerâmicas híbridas**

BAURU
2017

RAPHAELA FARIAS RODRIGUES

**Avaliação da estabilidade de cor e capacidade de
mascaramento de facetas com cerâmicas reforçadas por
dissilicato de lítio e cerâmicas híbridas**

Tese apresentada a Faculdade de Odontologia
de Bauru da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutora em Ciências no
Programa de Ciências Odontológicas
Aplicadas, na área de concentração Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira
Francisconi

Co-orientadora: Profa. Dra. Ana Flávia
Sanches Borges

Versão Corrigida

BAURU

2017

R618a Rodrigues, Raphaela
Avaliação da estabilidade de cor e capacidade
de mascaramento de facetas com cerâmicas
reforçadas por dissilicato de lítio e cerâmicas
híbridas / Raphaela Farias Rodrigues. – Bauru,
2016.
79 p. : il. ; 31cm.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia
de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira
Francisconi
Co-orientadora: Profa. Dra. Ana Flávia
Sanches Borges

Nota: A versão original desta tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
Protocolo nº:
Data:

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese,

À Deus que ilumina a cada dia meus passos, proporcionando oportunidades maravilhosas no âmbito pessoal e profissional, e que me permitiu enfrentar e superar todas as dificuldades com sabedoria, paciência e persistência para concluir esta importante etapa da minha vida profissional.

Aos meus queridos pais, Elizaldo e Teresa, pelo amor e base educacional que sempre mostrou os valores humanos acima dos materiais, pelo apoio em todos os momentos, por acreditarem que os filhos devem buscar seus próprios caminhos, sem imposições, deixando-os voar para onde desejarem.

Aos meus irmãos, Ricardo e Rodrigo, que com suas formas peculiares de ser me faz aprender que devemos respeitar as diferenças e somar as forças para crescermos juntos auxiliando uns aos outros.

Ao meu esposo, Hibernon, meu grande companheiro que sempre me incentiva a seguir em frente e busca as melhores oportunidades para que eu possa abraça-las. Esteve presente desde o início da minha vida para Bauru e superou junto comigo todos os momentos. Seu carinho, parceria e dedicação são fundamentais para tornar o dia a dia mais leve e brando.

AGRADECIMENTOS

A todos os meus familiares, avós maternos e paternos, tios, tias, primos e primas, que tanto me orgulho! A família é a base de tudo. Agradeço pelo apoio, pela torcida e pelas orações que acalmam e nos faz mais forte.

Aos meus amigos e amigas de Maceió, assim como aos amigos de Bauru que me apoiaram e supriram a ausência dos demais e da minha família devido à distância física durante o período que morei nesta cidade. Vivi e Flávia foram fundamentais em todas as etapas. Estou orgulhosa de ver nossa amizade cada vez mais sólida que com certeza cultivaremos para toda a vida. Agradeço imensamente à Rose por me acolher tão bem durante minha chegada em Bauru até o final do doutorado, e por me presentear com o convite para ser madrinha da sua filha Valentina, acredito que o maior presente que conquistei em Bauru foi ganhar essa afilhada que tanto amo! Agradeço aos amigos de turma, Carla, Marina, Diana, Rafael (Jack), Odair, Larissa, Carlos, Ana Flávia e Bhenya pois, compartilhamos muitos momentos juntos desde o mestrado e crescemos muito aprendendo uns com os outros. Uma característica peculiar da nossa turma foi esse aprendizado conjunto e a parceria em todos os momentos.

Agradeço especialmente ao Carlos Vilavicencio e à Idiane Bianca que contribuíram diretamente no desenvolvimento da pesquisa desta tese, vocês foram muito importantes e parceiros! Muito Obrigada de coração e sempre que precisarem estarei à disposição de vocês.

Não poderia deixar de agradecer à uma recente amiga, Rafaela Vasconcelos, que conquistou meu coração com todo seu carinho, parceria e doação, e que dividiu os momentos no ambiente de trabalho e na vida pessoal. Ela, a todo momento, incentivou-me para conclusão do doutorado e ajudou com a realização dos testes estatísticos.

Agradeço imensamente ao Centro Universitário Tiradentes, na pessoa do Magnífico Reitor Professor Msc. Dario Arcanjo de Santana, pelo acolhimento, compreensão e percepção da importância desse título e dessa conquista, permitindo a flexibilidade e os ajustes necessários para que eu pudesse me ausentar do ambiente de trabalho para desenvolver as atividades do doutorado em Bauru sempre que necessário. Da mesma forma, meu muito obrigado, à Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – Uncisal na pessoa da Magnífica Reitora Professora Dra. Rozangela Maria de Almeida Fernandes Wyszomiska e à Escola Técnica de Saúde Professora Valéria Hora na pessoa da diretora Msc. Janaína Andrade Duarte.

Aos meus queridos orientador Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira Francisconi e co-orientadora Profa. Dra. Ana Flávia Sanches Borges que a todo momento foram muito acolhedores e amigos, mostrando-se preocupados em dar todo o suporte necessário desde o mestrado até o doutorado. Agradeço imensamente pelo conhecimento compartilhado, pelas oportunidades e pela confiança no meu trabalho. A melhor sensação é que sempre me senti em família no departamento de Materiais Odontológicos. Vocês serão minha inspiração, aprendi com vocês o quanto devemos ponderar e buscar sempre equilibrar a carreira profissional com a vida pessoal.

Aos professores do Departamento de Dentística, Prof. Dr. José Mondelli, Prof. Dr. Aquira Ishikiriama, Profa. Dra. Maria Fidela de Lima Navarro, Prof. Dr. Eduardo Batista Franco, Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli, Profa. Dra. Maria Teresa Atta, Profa. Dra. Linda Wang, Prof. Dr. Sérgio Kiyoshi Ishikiriama, Profa. Dra. Juliana Fraga Soares Bombonatti, Prof. Dr. Adilson Yoshio Furuse pelos conhecimentos compartilhados durante o curso do doutorado, pelo auxílio, paciência e incentivo, e pela amizade. Destaco que a experiência de desenvolver uma pesquisa clínica com a professora Linda foi muito rica e gratificante, esse aprendizado é imensurável e nos torna mais completos enquanto professores e pesquisadores.

Aos queridos professores da Universidade Federal de Alagoas que contribuíram imensamente para que hoje eu possa estar concluindo esta etapa e que ao reencontra-los percebo a felicidade e o entusiasmo de ver as conquistas dos ex-alunos. Agradeço também aos professores do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (Centrinho) – HRAC/USP, Prof. Dr. Aparício Dekon, Profa. Lilian Matsunaga e Profa. Dra. Nádia Svizero que acompanharam toda essa caminhada e sempre foram muito acolhedores, carinhosos e parceiros. Impossível estar em Bauru e não passar lá no setor da Dentística do HRAC para receber e dar um grande abraço em todos!

Aos funcionários do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos pelo carinho, dedicação e contribuição sempre nos auxiliando e nos ajudando de forma solícita no que fosse necessário. Agradeço de forma especial ao Alcides que me ajudou durante toda a etapa do desenvolvimento da tese e que se tornou um grande amigo. Batemos muito papo, comemos muita pipoca nos finais de tarde e rimos muito! Espero você, Alcides, em Maceió para pagar minha “dívida”. Agradeço também à Sandrinha que é muito carinhosa e receptiva, estando sempre disposta a ajudar no que fosse preciso.

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

Ao **Prof. Dr. Marco Antônio Zago**, digníssimo reitor da Universidade de São Paulo;

Ao **Prof. Dr. Ignácio Maria Poveda Velasco**, digníssimo Secretário Geral da Universidade de São Paulo;

A **Profa. Dra. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado**, digníssima diretora da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo;

Ao **Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris**, digníssimo Prefeito do Campus da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo;

Ao **Prof. Dr. Guilherme dos Reis Pereira Janson**, digníssimo Presidente da Comissão da Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo;

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, órgão de fomento da bolsa de estudo;

Ao **Programa de Apoio à Pós-Graduação**, órgão de fomento parcial deste trabalho.

À **Ivoclar Vivadent** pela doação de parte do material para o desenvolvimento da pesquisa.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

Theodore Roosevelt

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a estabilidade de cor e capacidade de mascaramento até 1.000.000 de ciclos termomecânicos das facetas de cerâmica híbrida e cerâmica reforçada com dissilicato de lítio processadas pelo método de fresagem CAD/CAM; verificar a influência da cor do cimento em relação a cor final das facetas e a correspondência entre as pastas try-in; e as respectivas cores dos cimentos. Foram confeccionadas 60 facetas cerâmicas, pelo método de fresagem, que foram cimentadas com cimento fotopolimerizável (Variolink Esthetic LC), seguindo as orientações dos fabricantes, em réplicas de incisivos centrais escurecidos (C4) e não escurecidos (A2) e distribuídas nos grupos experimentais (n=10) – DA2N, DC4N, DC4L, HA2N, HC4N, HC4L – de acordo com o tipo de cerâmica – dissilicato de lítio (D) e híbrida (H), cor do substrato – A2 e C4, e cor do cimento – neutral (N) e light (L). As leituras com espectrofotômetro foram realizadas previamente à cimentação das facetas, facetas + pastas *Try-In*, imediatamente após cimentação da faceta, após 48h, 72h e após ciclos termomecânicos (250.000, 500.000, 750.000 e 1.000.000) em máquina de ciclagem. Os dados foram analisados pelo teste ANOVA-2 medidas repetidas e teste Tukey (5%). Observou-se que ambas as cerâmicas apresentaram estabilidade de cor e capacidade de mascaramento, pois apesar de ocorrer diferença estatística em alguns grupos, todos os valores de ΔE apresentaram-se abaixo de 1,7, ou seja, não são perceptíveis. Da mesma forma, verificou-se que a cor dos cimentos (neutral e light) não influenciou na cor final das restaurações, pois não houve diferença estatística significativa comparando-se os grupos DC4N e DC4L como também entre HC4N e HC4L. Correlacionando-se as pastas try-in com as cores dos respectivos cimentos todos os valores obtidos para ΔE ficaram abaixo de 3,3 que é considerado o limite como perceptível por observadores não treinados. Concluiu-se que as facetas de cerâmica híbrida e dissilicato de lítio apresentam muito boa estabilidade de cor ao longo do tempo e capacidade de mascaramento. Assim como, as diferentes cores de cimento não influenciam a cor final das facetas e as pastas try-in apresentam fidelidade em relação às respectivas cores dos cimentos.

Palavras-chave: Cerâmica. Facetas Dentárias. Estética.

ABSTRACT

Evaluation of color stability and masking ability of ceramics reinforced by lithium disilicate and hybrid ceramics veneers

The objectives of this work were to evaluate the color stability and masking ability up to 1,000,000 thermomechanical cycles of hybrid and reinforced with lithium disilicate ceramics processed by the CAD/CAM method; to verify the influence of cement color in relation to the final color of the veneers; and the correspondence between try-in and respective colors of the cements. 60 ceramic veneers were prepared using the milling method, which were cemented by light-curing cement (Variolink Esthetic LC) according to the manufacturer's instructions on replicates of darkened (C4) and non-darkened central incisors (A2) and distributed in the experimental groups (n=10) - DA2N, DC4N (D), DC4L, HA2N, HC4N, HC4L – according to ceramic - lithium disilicate (D) and hybrid (H), substrate color - A2 and C4, and cement color - neutral (N) and light (L). The spectrophotometer measurements were performed prior to veneers cementation, veneers + try-in, immediately after cementing, after 48h, 72h and after thermomechanical cycles (250,000, 500,000, 750,000 and 1,000,000) in a cycling machine. Data were analyzed by ANOVA-2 repeated measures and Tukey test (5%). It was observed that both ceramics presented color stability and masking ability, because although there was a statistical difference in some groups, all values of ΔE were below 1.7, ie, they are not perceptible. Likewise, it was found that the color of the cements (neutral and light) did not influence the final color of the restorations, since there was no significant statistical difference comparing the groups DC4N and DC4L as well as between HC4N and HC4L. By correlating the try-in with the colors of the respective cements all values obtained for ΔE were below 3.3 which is considered the limit as perceived by untrained observers. It was concluded that hybrid ceramics and lithium disilicate veneers exhibit very good color stability over time and masking ability. As well as, the different cement colors do not influence the final color of the veneers and try-in pastes show similarity to the respective colors of the cements.

Key words: Ceramics. Dental Veneers. Esthetics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

Figura 1 - Representação do sólido colorido para o espaço colorimétrico L*a*b*.....	28
Figura 2 - Moldagem do modelo mestre e confecção das réplicas em resina composta.....	38
Figura 3 - Confecção das facetas pelo método de fresagem.....	40
Figura 4 - Espectrofotômetro.....	42
Figura 5 - Ciclagem termomecânica.....	43

- GRÁFICOS

Gráfico 1 - Mudança na cor de cada grupo dentro da coordenada a no eixo vermelho (+a) – verde (-a).....	50
Gráfico 2 - Mudança na cor de cada grupo dentro da coordenada b no eixo amarelo (+b) – azul (-b).....	50
Gráfico 3 - Luminosidade de cada grupo experimental.....	51
Gráfico 4 - Valores de ΔE , Anova-2 medidas repetidas e teste de Tukey.....	52
Gráfico 5 - Valores de ΔE para correspondência da pasta try-in e cimentos.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grupos experimentais (n=10).....	37
Tabela 2 - Valores cromáticos dos substratos.....	49

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CAD/CAM	Computer-Aided-Design/Computer-Assisted-Manufactorer
PICN	Polymers-infiltrated-ceramic-network (rede de polímeros infiltrada com cerâmica)
CIE	Commission Internationale de L'Éclairage
mm	Milímetro
μm	Micrômetro
MPa	Megapascal
GPa	Gigapascal
s	Segundos
mW/cm^2	Miliwatts por centímetro quadrado
h	Hora
Anova	Análise de Variância
p	Nível de significância

LISTA DE SÍMBOLOS

L^*	Luminosidade
a^*	Medida do vermelho e verde
b^*	Medida do amarelo e azul
Δ	Delta
%	Porcentagem
$\sqrt{}$	Raiz quadrada
=	Igual
<	Menor que
>	Maior que

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
3	PROPOSIÇÃO	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	37
4.2	PREPARO DOS CORPOS DE PROVA	38
4.3	CONFECÇÃO E ADAPTAÇÃO DAS FACETAS	39
4.4	CIMENTAÇÃO DAS FACETAS	41
4.5	ANÁLISE DA ESTABILIDADE DE COR E CAPACIDADE DE MASCARAMENTO DA CERÂMICA	443
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	445
5	RESULTADOS	47
5.1	ESTABILIDADE DE COR, CAPACIDADE DE MASCARAMENTO E INFLUÊNCIA DO CIMENTO	49
5.2	CORRESPONDÊNCIA PASTA TRY-IN	52
6	DISCUSSÃO	55
7	CONCLUSÕES	63
	REFERÊNCIAS	67

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda por um belo sorriso e dentes brancos nos últimos anos, o tratamento dos dentes escurecidos tem grande importância na odontologia estética (SHADMAN et al., 2015). As facetas indiretas são muito eficientes para o tratamento de dentes escurecidos e constituem uma técnica restauradora conservadora, com desgastes de 0,3 – 0,9mm (GRESNIGT et al., 2016).

As cerâmicas odontológicas são o material de escolha para este tipo de restauração, pois, apresentam excelentes propriedades, entre as quais a estabilidade da cor (ALQAHTANI; ALJURAI; ALSHAAFI, 2012), inércia química (DELLA-BONA, 2005), translucidez (PECHO et al., 2012; WANG; TAKAHASHI; IWASAKI, 2013) e é o material restaurador que mais se assemelha às propriedades ópticas dos dentes (WANG; TAKAHASHI; IWASAKI, 2013).

As cerâmicas feldspáticas, foram o primeiro tipo de cerâmica a ser utilizado na Odontologia e estão disponíveis em pó para estratificação ou em forma de bloco para fresagem através do sistema CAD/CAM (Computer-Aided-Design/Computer-Assisted-Manufacture). Por sua vez, as cerâmicas de vidro ou vitrocerâmicas como fluorapatita, leucita e dissilicato de lítio que estão comercialmente disponíveis sob a forma de lingotes, pó, ou blocos, também são uma excelente escolha devido à sua maior resistência mecânica em comparação com as feldspáticas (MC LAREN; WHITEMAN, 2010; GUREL et al., 2012).

Além das cerâmicas, um novo material denominado rede de cerâmica infiltrada com polímero (polymers-infiltrated-ceramic-network - PICN) também conhecido como cerâmica híbrida (DELLA BONA; CORAZZA; ZHANG, 2014) está disponível comercialmente e constitui uma combinação de cerâmica feldspática e polímero (BOTTINO et al., 2015; COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013a; COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013b; DELLA BONA; CORAZZA; ZHANG, 2014; HE; PURTON; SWAIN, 2011; HE; SWAIN, 2011; NGUYEN et al., 2014; PETRINI; FERRANTE, 2013).

A cerâmica híbrida está disponível em forma de blocos para CAD/CAM e parece ser uma opção viável, visto que, associa o módulo de elasticidade de materiais compósitos e a estética da cerâmica feldspática (BOTTINO et al., 2015; COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013a; COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013b; DELLA BONA;

CORAZZA; ZHANG, 2014; HE; PURTON; SWAIN, 2011; HE; SWAIN, 2011; NGUYEN et al., 2014; PETRINI; FERRANTE, 2013). No entanto, pouco se sabe em relação à estabilidade de cor desse material considerando que contém polímeros na composição, sendo possivelmente mais susceptível ao manchamento.

Apesar da excelente característica estética destes materiais, uma das principais dificuldades em reabilitações é mimetizar a estrutura dentária. O dente interage com a luz de modo complexo, já que é composto por tecidos diferentes microestruturalmente, como o esmalte e a dentina. Quando a luz interage com o dente, ela pode ser refletida, dispersada ou transmitida concomitantemente com a dispersão dos fótons (ALGHAZZAWI et al., 2012). Além disso, os sistemas têm variadas composições com diferentes conteúdos cristalinos que podem afetar as propriedades ópticas. O aumento do conteúdo cristalino geralmente promove uma maior resistência, mas resulta em maior opacidade (LUO; ZHANG, 2010).

Assim, a capacidade de mascaramento do material restaurador é um requisito importante principalmente para restaurações na região anterior quando trata-se de um dente escurecido ou com um pino metálico ou de fibra de carbono, pois a cor escura e a opacidade desses materiais podem resultar em escurecimento da restauração final, tornando o resultado imprevisível e insatisfatório (PINTO, 2009).

Para auxiliar a previsibilidade do resultado final do material restaurador quanto ao mascaramento, os cimentos resinosos apresentam uma ampla variedade de cores e níveis de opacidade, oferecendo uma gama de opções para otimização do resultado estético (SENSI; BARATIERI; MONTEIRO JÚNIOR, 2007; KARAAGACLIOGLU; YILMAZ, 2008). Aliado a isso, existem pastas teste ou de prova (try-in) nas tonalidades dos respectivos cimentos para serem utilizadas previamente à cimentação das restaurações para prever a estética final e conferir a previsibilidade do resultado com segurança (ALGHAZALI et al., 2010; XING et al., 2010).

Sabe-se que as facetas com maiores espessuras mostram resultados satisfatórios em relação à capacidade de mascaramento em dentes escurecidos. Vichi, Ferrari e Davidson (2000) afirmam que espessuras de 2,0 mm de cerâmica tornam a cor do substrato subjacente irrelevante. No entanto, uma preparação de 2,0 mm reduz a natureza conservadora do processo e aumenta o risco de lesão pulpar (GRIFFITHS et al., 2008).

Numa visão mais conservadora e frente aos produtos mais versáteis disponíveis no mercado como diversas tonalidades de cimentos e translucidez dos materiais, justifica-se avaliar a estabilidade de cor e a capacidade de mascaramento de facetas de 0,8mm confeccionadas com cerâmica híbrida e cerâmica reforçada por dissilicato de lítio associadas aos cimentos com cores neutra e de alto valor em dentes com escurecimento severo.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

As facetas laminadas indiretas foram descritas pela primeira vez por Charles Pincus em 1937 como um método temporário para melhorar a forma dos dentes dos atores da indústria de filmes. Essa incessante busca por padrões estéticos na Odontologia tem promovido relevantes avanços no desenvolvimento dos materiais odontológicos e consequente melhora nas propriedades físicas e ópticas dos materiais (GOLDSTEIN, 1969; CRAIG; POWERS, 2004), proporcionando o aperfeiçoamento de técnicas e a obtenção de resultados cada vez mais previsíveis.

Considerando as indicações individuais de cada técnica, a cerâmica tem se destacado em função de suas excelentes propriedades ópticas, estabilidade de cor, alta resistência ao manchamento, biocompatibilidade, durabilidade e por ser o material que mais se assemelha à aparência natural dos dentes (KELLY; NISHIMURA; CAMPBELL, 1996; BRAGA; BALLESTER; DARONCH, 2000; PEUMANS et al., 2004; LEE et al., 2008).

As cerâmicas odontológicas são consideradas materiais opticamente heterogêneos (PEIXOTO et al., 2007), apresentando diferentes graus de translucidez e opacidade que podem ser alterados por algumas características como espessura (AZER et al., 2006; SHOKRY et al., 2006; CHAIYABUTR et al., 2011), estrutura cristalina, porosidades entre as camadas, possível mudança na constituição da infraestrutura e reflexo da interface entre a infraestrutura e a cerâmica de cobertura (DELLA-BONA et al., 2002; HEFFERNAN, 2002a, 2002b); além disso, a temperatura da queima da cerâmica (LI; YU; WANG, 2009)(35), o tipo e espessura do agente de cimentação (DENISSEN et al., 2007; LI; YU; WANG, 2009; DOZIC et al., 2010) e a cor do dente preparado (LI; YU; WANG, 2009) podem influenciar na cor final da restauração.

Basicamente as porcelanas e cerâmicas são formadas por uma fase cristalina, composta de elementos metálicos, que determinam as propriedades mecânicas e ópticas; e por uma fase vítrea composta por uma cadeia básica de óxido de silício relacionando-se com a viscosidade e expansão térmica do material (DELLA-BONA et al., 2004).

A porcelana feldspática foi a primeira a ser utilizada para confecção de restaurações indiretas (HORN; 1983) e constitui uma cerâmica vítrea baseada em

uma rede de sílica (SiO_2) e feldspato de potássio ($\text{K}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2$), feldspato sódico ou ambos (ANUSAVISE; SHEN; RAWLS, 2013). A porcelana feldspática permite a criação de restaurações extremamente realistas, no entanto, pode não ser tão eficaz no mascaramento da estrutura de um dente escurecido (LAYTON; WALTON, 2012). Uma importante vantagem da porcelana feldspática é a sensibilidade ao condicionamento ácido que é fundamental para a adesão aos substratos dentários (LAYTON; WALTON, 2012). Sua confecção é mais comum pela aglutinação do pó por um líquido especial ou água destilada esculpido em camadas sobre um troquel refratário que depois será sinterizado em altas temperaturas, porém, esse processo de fabricação pode criar microporosidades entre as partículas e resultar em baixa resistência flexural (GIORDANO et al., 1995).

Recentemente, tem-se desenvolvido um novo material denominado rede de cerâmica infiltrada com polímeros (polymers-infiltrated-ceramic-network - PICN) ou cerâmica híbrida (DELLA BONA; CORAZZA; ZHANG, 2014) que busca associar o módulo de elasticidade de materiais compósitos, que é semelhante ao da dentina, com cerâmica feldspática, similar ao esmalte, que oferece a estética a longo prazo, procurando alcançar o material restaurador ideal (BOTTINO et al., 2015; COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013a; COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013b; DELLA BONA; CORAZZA; ZHANG, 2014; HE; PURTON; SWAIN, 2011; HE; SWAIN, 2011; NGUYEN et al., 2014; PETRINI; FERRANTE, 2013).

Essa cerâmica híbrida consiste na interligação de duas fases, uma porosa de cerâmica feldspática sinterizada e um infiltrado de polímero (COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013a; COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013b). Um exemplo comercialmente disponível desse material é a Vita Enamic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) que, de acordo com o fabricante, apresenta 75% de cerâmica feldspática e 25% de polímero. Diversos trabalhos têm avaliado as características de resistência mecânica (ALBERO et al., 2015; COLDEA; SWAIN; THIEL, 2013; HE; PURTON; SWAIN, 2011; HE; SWAIN, 2011), porém a estabilidade de cor e capacidade de mascaramento comparando esses materiais com outras cerâmicas ainda precisam ser estudadas.

A cerâmica reforçada por dissilicato de lítio destaca-se pela sua versatilidade o qual apresenta satisfatória estética (HEFFERNAN et al., 2002a; HEFFERNAN et al., 2002b) por possuir matiz, saturação, valor e translucidez muito parecidos com o da dentina; boas propriedades mecânicas (ALBAKRY; GUAZZATO;

SWAIN, 2003; RAIGRODSKI, 2004) e é sensível ao condicionamento com ácido fluorídrico permitindo união adesiva através dos cimentos resinosos (PIWOWARCZYK; LAUER; SORENSEN, 2004).

O dissilicato de lítio é bastante utilizado para a confecção de facetas (SCHMITTER; SEYDLER, 2012), pois comparado a outros sistemas cerâmicos apresenta maior resistência à flexão biaxial e tenacidade à fratura (GONZAGA et al., 2011). Além disso, o dissilicato de lítio apresenta translucidez favorável, variedade de cores, e, após a confecção pode ser realizada a caracterização.

Uma das formas disponíveis do dissilicato de lítio são os blocos para o sistema CAD/CAM (E.max CAD – Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein), que apresenta vantagens pela boa adaptação, redução da heterogeneidade no processo de fabricação e padronização durante a confecção das peças protéticas (BEUER et al., 2008; LIU; ESSIG, 2008; LAYTON; CLARKE, 2013).

O bloco de dissilicato de lítio usinado passa por um processo de cristalização de dois estágios. Cristais de lítio metassilicato são precipitados durante a primeira fase. O vidro resultante da cerâmica tem uma faixa de tamanho de cristal de 0,2 a 1µm, com cerca de 40% de cristais metassilicato de lítio, em volume (HEINTZE et al., 2011). Este estado pré-cristalizado permite que o bloco seja usinado facilmente, sem desgaste excessivo da ponta diamantada ou danos ao material. A cristalização final ocorre após a usinagem na forma desejada por meio da tecnologia CAD/CAM.

O processo de cristalização ocorre aos 850°C no vácuo. A fase de cristais de metassilicato é dissolvida completamente e o dissilicato de lítio cristaliza resultando em uma cerâmica vítrea com um tamanho de grão fino de aproximadamente 1,5µm e 70% de cristais em volume incorporados na matriz vítrea (APEL et al., 2008; FASBINDER et al., 2010; REICH et al., 2010). Esse tratamento diferenciado garante ao material uma resistência flexural maior que a dos demais produtos à base de dissilicato de lítio (740MPa), enquanto o Empress 2 (cerâmica reforçada por leucita) apresenta uma resistência de 380MPa e o E.max Press de 440MPa (FASBINDER et al., 2010).

O sistema CAD/CAM promove novas opções para odontologia, criando uma alternativa à técnica convencional para a confecção de restaurações dentárias (JETTI et al., 2015). Essa tecnologia está rapidamente se tornando popular, uma vez que reduz o número de sessões clínicas e o tempo de fabricação de restaurações

indiretas. Além disso, o sistema CAD-CAM permite a utilização de novos materiais com propriedades melhoradas em comparação com outros materiais utilizados em procedimentos de restaurações diretas (VAN NOORT, 2012).

Embora seja um sistema moderno e que visa facilitar e minimizar o tempo laboratorial da confecção das peças protéticas, não há informação disponível com relação à avaliação da capacidade de mascaramento de facetas utilizando o dissilicato de lítio e cerâmica híbrida pelo método de fresagem no sistema CAD/CAM (WIEDHAHN et al., 2005; SCHMITTER; SEYDLER, 2012; SALAMEH et al., 2014).

Buscando auxiliar o material restaurador quanto ao mascaramento, os cimentos resinosos apresentam uma ampla variedade de cores e níveis de opacidade, oferecendo uma gama de opções para otimização do resultado estético, pois a cor do cimento utilizado exerce um efeito decisivo no resultado estético final (SENSI; BARATIERI; MONTEIRO JÚNIOR, 2007; KARAAGACLIOGLU; YILMAZ, 2008).

Além disso, existem pastas teste ou de prova (try-in) nas tonalidades dos respectivos cimentos para serem utilizadas previamente à cimentação das restaurações cerâmicas para prever a estética final e conferir a previsibilidade do resultado com segurança (ALGHAZALI et al., 2010; XING et al., 2010).

A ausência de material interpondo a restauração cerâmica e o dente no momento da prova gera uma avaliação errônea do resultado final da cor. Esse fato é explicado pelo fenômeno da reflexão da luz, que ocorre quando o raio de luz de um meio óptico mais denso (cerâmica) incide na interface de um menos denso (ar entre a peça e o substrato). Desta maneira, a grande maioria dos componentes da luz são refletidos e poucos são refratados, tem-se então, aumento irreal de valor na cor do laminado (TOUATI; MIRA; NATHANSON, 2000). Sendo assim, ressalta-se a importância da prova da restauração com interposição de pastas de prova específicas, gel glicerinado ou água para que esta deficiência seja facilmente corrigida antes da cimentação definitiva (TOUATI; MIRA; NATHANSON, 2000; BARATIERI; GUIMARÃES, 2008).

Muitos trabalhos avaliam a capacidade de mascaramento isoladamente em relação à espessura das cerâmicas associando-as com fundos claros e escuros (OKAMURA et al., 2004; VOLPATO et al., 2009; SHONO; AL NAHEDH, 2012) e também variando apenas o tipo de cerâmica (CHU; CHOW; CHAI, 2007). No entanto, sabe-se que a presença do cimento influencia na cor final da restauração

(TOUATI; MIRA; NATHANSON, 2000). Poucos estudos têm avaliado a interação dos fatores que compreendem a restauração cerâmica, considerando que a restauração irá funcionar como um único corpo (estrutura subjacente, agente de cimentação e espessura cerâmica) resultando no aspecto estético final (VICHÍ; FERRARI; DAVIDSON, 2000; BARATH et al., 2003; KOUTAYAS et al., 2003; DE AZEVEDO CUBAS et al., 2011), além disso a cerâmica é confeccionada em forma de cilindros ou blocos e, a conformação curva do preparo dentário (WANG; XIONG; ZHENHUA, 2011) pode influenciar de maneira diferente de um espécime plano, sendo extremamente importante simular a realidade do preparo dentário para avaliar a capacidade de mascaramento dos materiais ao longo do tempo.

A capacidade de uma restauração para mascarar dentes com escurecimento severo pode ser determinada pela medida da diferença de cor (ΔE) determinada pela seguinte fórmula $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ (BARATH et al., 2003; DOZIC et al., 2003; CIE, 2004).

A cor é frequentemente expressa nos termos da Commission Internationale de L'Éclairage (CIELab). O espaço CIE $L^*a^*b^*$ (Figura 1) representa um espaço de cor tridimensional em que os três eixos são L^* , a^* e b^* . O valor L^* é a medida de luminosidade de um objeto e é quantificada em uma escala em que o preto absoluto recebe o valor zero, e o branco absoluto, um valor L^* de 100. O valor a^* é a medida do vermelho (positivo) e do verde (negativo). O valor b^* é a medida do amarelo (positivo) e do azul (negativo). As coordenadas a^* e b^* se aproximam do zero para cores neutras (branco e cinza) e aumentam em magnitude para as cores mais saturadas e intensas (JOINER, 2006).

Figura 1 - Representação do sólido colorido para o espaço colorimétrico $L^*a^*b^*$

Um material com alta capacidade de mascaramento obtém um $\Delta E = 0$. Há uma tendência de se representar uma escala de valores com o intuito de estabelecer uma relação entre o valor do ΔE e a capacidade do olho humano de detectar tal diferença de cor (RAGAIN; JOHNSTON, 2000; RUYTER; NILNER; MOLLER, 1987). No entanto, não há consenso na literatura com relação ao valor limite de ΔE a partir do qual o olho humano começa a detectar essa diferença (AZER, et al., 2006).

Valores de ΔE a partir de 3,3 começam a ser considerados inaceitáveis por 50% dos observadores e valores de ΔE acima de 3,8 são considerados inaceitáveis por todos os observadores (LEE et al., 2005; RUYTER; NILNER; MOLLER, 1987; VICHÍ, et al., 2011). Alguns trabalhos aceitam um limite de ΔE até 3,0 como sendo imperceptível ao olho humano (CHU et al., 2007). Outros trabalhos (BARATH et al., 2003; SEGHI; JOHNSTON; O'BRIEN, 1986; VICHÍ et al., 2000) utilizam critérios mais rigorosos com relação ao limite de ΔE , indicando que apenas os valores menores do que 1 são totalmente imperceptíveis ao olho humano, porém os valores de ΔE entre 1 e 2 só são notados por observadores experientes e ainda são considerados clinicamente aceitáveis. No entanto, de acordo com Benbachir, Ardu e Krejci (2008) valores maiores que 1,7 são perceptíveis ao olho humano. Por

outro lado, há estudos indicando que diferenças de ΔE de até 6,8 entre uma resina composta e o dente foram consideradas clinicamente aceitáveis pelos avaliadores clínicos (JOHNSTON; KAO, 1989). Neste estudo, o $\Delta E < 3,3$ foi considerado o limite como aceitável clinicamente.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo tem como objetivos:

- ✓ Avaliar a estabilidade de cor e capacidade de mascaramento ao longo do tempo das facetas de cerâmica híbrida e cerâmica reforçada com dissilicato de lítio processadas pelo método de fresagem CAD/CAM;
- ✓ Avaliar a influência da cor do cimento em relação à capacidade de mascaramento da cerâmica híbrida e da cerâmica reforçada com dissilicato de lítio processadas pelo método de fresagem CAD/CAM;
- ✓ Avaliar a correspondência entre as pastas de prova (*try-in*) e as respectivas cores dos cimentos.

As hipóteses testadas no estudo são:

- 1- Não há diferença na capacidade de mascaramento e estabilidade de cor ao longo do tempo entre o tipo de material restaurador utilizado para a confecção das facetas;
- 2- A cor do cimento não influencia na capacidade de mascaramento;
- 3- Não há diferença entre as pastas de prova (*try-in*) e as respectivas cores dos cimentos correspondentes.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Este estudo *in vitro* envolveu 2 fatores de estudo: tratamentos e tempo. O mesmo envolveu a confecção de facetas de cerâmica híbrida e dissilicato de lítio pela técnica de fresagem (CAD/CAM) cimentadas em réplicas de dentes não escurecidos (A2) e escurecidos (C4) com cimentos de cores neutral e light, sendo avaliada a capacidade de mascaramento, estabilidade de cor e influência das cores dos cimentos ao longo do tempo até 1.000.000 de ciclos termomecânicos através de um espectrofotômetro. Uma segunda análise é a correspondência entre as pastas de prova (*try-in*) e as respectivas cores dos cimentos. Foram determinados 6 grupos experimentais com 10 espécimes em cada grupo como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Grupos experimentais (n=10)

Grupo	Cerâmica	Substrato	Cimento	Tempo
DA2N	Dissilicato de lítio	Cor A2	Neutral	Imediato, 48h, 72h e ciclos (250.000 / 500.000 / 750.000 / 1.000.000)
DC4N	Dissilicato de lítio	Cor C4	Neutral	Imediato, 48h, 72h e ciclos (250.000 / 500.000 / 750.000 / 1.000.000)
DC4L	Dissilicato de lítio	Cor C4	Light	Imediato, 48h, 72h e ciclos (250.000 / 500.000 / 750.000 / 1.000.000)
HA2N	Híbrida	Cor A2	Neutral	Imediato, 48h, 72h e ciclos (250.000 / 500.000 / 750.000 / 1.000.000)
HC4N	Híbrida	Cor C4	Neutral	Imediato, 48h, 72h e ciclos (250.000 / 500.000 / 750.000 / 1.000.000)
HC4L	Híbrida	Cor C4	Light	Imediato, 48h, 72h e ciclos (250.000 / 500.000 / 750.000 / 1.000.000)

4.2 PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

Um dente artificial (manequim) incisivo central superior direito foi utilizado para confecção do preparo para faceta pela técnica da silhueta realizada com pontas diamantadas esférica (1014) e tronco-cônica (2135). As dimensões do preparo consistiram na redução média da face vestibular em 0,8 mm e redução da borda incisal em 1,0 mm. O dente preparado foi utilizado como modelo mestre para a fabricação das réplicas em resina composta, assim, esse dente foi incluído em resina acrílica para padronizar o posicionamento das réplicas (Figura 2).

Figura 2 – Moldagem do modelo mestre e confecção das réplicas em resina composta. I. Inclusão do modelo mestre em resina acrílica para padronização do posicionamento. II. Moldagem do modelo mestre com silicona de adição através do dispositivo metálico e de teflon. III. Preenchimento do molde com resina composta pela técnica incremental para confecção das réplicas.

Um conjunto formado por 60 réplicas de resina composta foi criado a partir da moldagem do modelo mestre com silicona de adição (Express, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA). Cada impressão foi cuidadosamente inspecionada para verificar a presença de imperfeições que pudessem comprometer a fidelidade do troquel. Estes moldes foram preenchidos com resina composta Z-100 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), nas cores A2 e C4, aplicada em camadas de aproximadamente 2,0 mm de espessura. Cada incremento foi fotoativado de acordo com as recomendações do fabricante com fotopolimerizador LED (DB 685, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP,

Brasil). A densidade de potência utilizada durante a fotoativação foi de 800 mW/cm², checada antes do uso do aparelho por meio de um radiômetro (Ecel, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Após o completo preenchimento do molde e inclusão na matriz de resina acrílica, a réplica foi cuidadosamente removida e inspecionada. Caso existisse alguma imperfeição, a réplica era descartada.

Após serem confeccionadas, as réplicas foram armazenadas em água deionizada durante 30 dias, em estufa com temperatura média de 37°C, para garantir a expansão higroscópica da resina (COELHO et al., 2009a; COELHO et al., 2009b; SILVA et al., 2010). Este passo tem por finalidade impedir que efeitos negativos de uma provável expansão dimensional da resina composta ocorram após a cimentação das facetas. Vale ressaltar que o armazenamento em água permite que a resina composta apresente também módulo de elasticidade de 16 GPa (KIM et al., 2007), o que é sugerido ser bastante aproximado ao calculado para a dentina (LAWN et al., 2002).

4.3 CONFECÇÃO E ADAPTAÇÃO DAS FACETAS

As facetas cerâmicas foram confeccionadas a partir da moldagem inicial, antes da confecção do preparo, para ser utilizada como referência biogénica, e moldagem final do modelo mestre após o preparo. Ambas as moldagens foram realizadas com silicona de adição. Os moldes foram vazados com gesso especial, o modelo de gesso foi escaneado e as facetas foram processadas pela técnica de fresagem no CAD/CAM (Cerec 3D, Sirona, Bensheim, Alemanha) da Faculdade de Odontologia de Bauru (Figura 3).

Para as facetas reforçadas por dissilicato de lítio IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent Inc, Amherst, NY) foi utilizada a cor LT A2 e para cerâmica híbrida Vita Enamic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) foi utilizada a cor 2M2-T, ambos os materiais correspondem a blocos translúcidos na cor A2.

Figura 3 – Confeção das facetas pelo método de fresagem ou usinagem. I. Representação do sistema CAD/CAM com scanner, computador e máquina de fresagem. II. Seleção do dente a ser restaurado, tipo de restauração e material para

confeção da restauração. III. Escaneamento dos modelos de gesso com e sem preparo. IV. Determinação do limite da restauração no modelo de gesso sem preparo que foi utilizado como referência biogenérica para confeção da faceta. V. Determinação do término e eixo de inserção no modelo de gesso com preparo para faceta. VI. Visualização da restauração antes da fresagem. VII. Disposição da restauração no bloco de material selecionado para confeção da restauração.

A verificação da adaptação das facetas foi realizada com o auxílio de uma sonda exploradora nº 05 (Hu-Friedy, Chicago, IL, EUA). Quando necessário, pequenos ajustes foram realizados com borrachas específicas para cerâmica adaptadas em peça reta. Em caso de grande desadaptação, a faceta foi descartada.

4.4 CIMENTAÇÃO DAS FACETAS

Após os procedimentos de ajuste das facetas cerâmicas, foi realizada profilaxia dos preparos com pedra-pomes (Maquira, Maringá, PR, Brasil) e água em baixa rotação com escova de Robinson (Injecta, São Paulo, SP, Brasil) por 30s, lavados com água corrente e secos com jatos de ar.

Previamente ao procedimento de cimentação das facetas, foi realizada a primeira leitura com espectrofotômetro (Figura 4) Vita Easyshade (Vita-Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) para registro da cor da réplica. Todas as leituras foram realizadas no terço médio da faceta, após o espectrofotômetro ser calibrado, para cada leitura foram realizadas três medições de cor para obtenção das médias das leituras.

Em seguida foram utilizadas as pastas teste try-in da cor correspondente para cada grupo, de acordo com as recomendações do fabricante, para a segunda leitura com o espectrofotômetro e correlação com a cor dos cimentos.

Na sequência, o dente e a faceta cerâmica foram lavados com água abundante por 30s e secos com papel absorvente e jato de ar para remoção de toda pasta try-in.

Figura 4 – Espectrofotômetro.

Na sequência, a superfície interna de cada faceta foi tratada como preconizado pelo fabricante. Assim, foi realizado o condicionamento com ácido fluorídrico a 10% (Dentsply, Konstanz, Alemanha), por 20s, lavado em água corrente e seco com jatos de ar. Para, então, silanizar a superfície com a aplicação do silano Prosil (FGM, Joinville, SC, Brasil) deixando o silano agir por 60s e secando com leves jatos de ar.

O tratamento do dente de resina foi o condicionamento com ácido fosfórico 37% (Dentsply, Konstanz, Alemanha) por 15s seguido de lavagem e secagem, aplicação do Adper Scotchbond Adesivo (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) com auxílio de um aplicador descartável, secagem por 5s e fotopolimerização por 10s.

A cimentação foi realizada com o cimento fotopolimerizável Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) de acordo com as cores de cada grupo experimental. O cimento foi aplicado em toda a superfície interna da faceta a qual foi assentada sobre o preparo com pressão manual, como descrito por Lohbauer et al. (2010). Após a verificação do assentamento, os excessos de cimento foram removidos com a faceta mantida em posição sob pressão digital para realizar a fotoativação por 40s em cada face.

Após a conclusão do processo de cimentação, realizou-se a terceira leitura com o espectrofotômetro Vita Easyshade (Vita-Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) e, em seguida, os espécimes foram armazenados em água deionizada e mantidos em estufa a 37°C com umidade absoluta de 100% por 48h e 72h.

Após esses períodos os espécimes foram submetidos à quarta e quinta leituras do espectrofotômetro, respectivamente, e, em seguida, envelhecidos pelo

processo de ciclagem termomecânica, com temperaturas entre 5° e 55°C de acordo com o preconizado pela norma ISO TR11405, frequência de 5Hz e carga de 100N até 1.000.000 de ciclos fazendo-se as leituras com espectrofotômetro a cada 250.000 ciclos (Figura 5).

Figura 5 – Ciclagem termomecânica.

4.5 ANÁLISE DA ESTABILIDADE DE COR E CAPACIDADE DE MASCARAMENTO DA CERÂMICA

Para análise da estabilidade de cor e capacidade de mascaramento das facetas foi utilizado o Espectrofotômetro Vita Easyshade (Vita-Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha). As leituras com o espectrofotômetro foram realizadas no terço médio da face vestibular das facetas cerâmicas nos momentos abaixo:

1. Réplicas;
2. Após o assentamento da faceta cerâmica com a pasta teste *try-in*;
3. Após a cimentação definitiva da faceta;
4. Após 48h de armazenamento em água deionizada;
5. Após 72h de armazenamento em água deionizada;
6. Após 250.000 ciclos termomecânicos;
7. Após 500.000 ciclos termomecânicos;
8. Após 750.000 ciclos termomecânicos;
9. Após 1.000.000 ciclos termomecânicos.

O padrão de observação simulado pelo colorímetro espectrofotométrico Easyshade foi selecionado para o sistema CIE-Lab, recomendado pela CIE (Comission Internationale de l'Éclairage) e amplamente utilizado. Neste sistema, a variável a^* consiste no eixo de cores verde (-a) e vermelho (+a) e a variável b^* no eixo das cores azul (-b) e amarelo (+b). Os eixos a^* e b^* possuem ângulos retos e representam a dimensão da tonalidade ou cor. O terceiro eixo, chamado de L^* , é perpendicular ao plano a^*b^* e indica a luminosidade da amostra. Com esse sistema, qualquer cor pode ser especificada com as coordenadas L^* , a^* , b^* .

A avaliação da diferença de cor (ΔE) foi determinada pela diferença entre as coordenadas obtidas das amostras nos diferentes períodos de avaliação em comparação com a mensuração inicial (após a cimentação). A mudança de cor, comumente usada para representar uma diferença de cor, foi calculada a partir da fórmula (CIE; 1986): $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$. Um material com alta capacidade de mascaramento obtém um $\Delta E = 0$. Foi considerado $\Delta E < 3,3$ como o limite a partir do qual o valor encontrado é clinicamente relevante, ou seja, a diferença de cor é perceptível pelo olho humano (CHU et al., 2007).

O espectrofotômetro Vita Easyshade foi calibrado antes das medições conforme orientação do fabricante. Três medições para cada leitura foram realizadas, em um mesmo local (terço médio da face vestibular) para se obter uma média. Como padrão foi utilizado um fundo de cor branca para as medições.

Para a leitura do espectrofotômetro os espécimes recebem a luz proveniente de 30 lâmpadas LED, com dez diferentes cores, dispostas de forma circular, que incidem na superfície do material como um feixe de luz. Esse é refletido

e, assim, o Easyshade capta os valores de L^* , a^* , b^* que são registrados e tabulados para obtenção do ΔE .

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise estatística para verificar as diferenças ou não em função das variáveis pelo teste ANOVA (análise de variância) 2 critérios medidas repetidas e para comparações individuais entre os diferentes grupos foi aplicado o teste complementar de Tukey, com nível de significância de 5%.

5 Resultados

5 RESULTADOS

De acordo com as medidas do espectrofotômetro os valores de L, a e b dos substratos (A2 e C4) estão apresentados na tabela 2.

TABELA 2 – Valores cromáticos dos substratos.

Substrato	L	a	b
A2	74,1 (0,502)	-1,815 (0,170)	16,685 (0,411)
C4	58,25 (0,669)	-0,33 (0,164)	20 (0,953)

5.1. ESTABILIDADE DE COR, CAPACIDADE DE MASCARAMENTO E INFLUÊNCIA DO CIMENTO

Todos os grupos apresentaram variação de cor ao longo da coordenada “a” (Gráfico 1) para o eixo verde (-a) e da coordenada “b” (Gráfico 2) para o eixo amarelo (+b). No entanto, as facetas de dissilicato de lítio demonstraram maior efeito no eixo verde enquanto as facetas de cerâmica híbrida no eixo amarelo. Para a coordenada da luminosidade (Gráfico 3) os grupos apresentaram a mesma tendência direcionando-se para o alto valor, porém o grupo HC4N mostrou-se levemente mais escuro em relação aos demais.

GRÁFICO 1 – Mudança na cor de cada grupo dentro da coordenada a no eixo vermelho (+a) – verde (-a).

GRÁFICO 2 – Mudança na cor de cada grupo dentro da coordenada b no eixo amarelo (+b) – azul (-b).

GRÁFICO 3 – Luminosidade de cada grupo experimental.

Quando comparados os valores de ΔE (gráfico 4) dos grupos ao longo do tempo com os grupos logo após a cimentação verificou-se diferenças estatísticas significantes entre o grupo controle DA2N com o grupo DC4N nos períodos de 48h, 72h e 750.000 ciclos. Comparando o mesmo grupo controle com o grupo DC4L a diferença ocorreu apenas no período de 48h. Para os grupos HA2N, HC4N e HC4L não houve diferença estatística.

Avaliando os materiais, a cerâmica reforçada por dissilicato de lítio e a cerâmica híbrida observou-se diferença estatística significativa apenas entre os grupos DC4N e HC4N no período de 750.000 ciclos.

Apesar da diferença estatística observada em alguns grupos, todos os valores apresentaram-se abaixo de 1,7, ou seja, não são perceptíveis, assim ambos os materiais demonstraram excelente capacidade de mascaramento.

Em relação à estabilidade de cor não foi verificada diferença estatística nos grupos comparando-se o tempo inicial e após o envelhecimento de 1.000.000 de ciclos termomecânicos.

Da mesma forma, verificou-se que a cor dos cimentos (neutral e light) não influenciou na cor final das restaurações, pois não houve diferença estatística significativa comparando-se os grupos DC4N e DC4L como também entre HC4N e HC4L.

GRÁFICO 4 – Valores de ΔE , Anova-2 medidas repetidas e teste de Tukey.

5.2. CORRESPONDÊNCIA PASTA TRY-IN

Através do teste Anova-2 medidas repetidas correlacionou-se as pastas try-in com as cores dos respectivos cimentos observando diferença estatística significativa ($p < 0,0001$) entre o grupo HC4L e os demais grupos, no entanto, todos os valores obtidos para ΔE ficaram abaixo de 3,3. Assim, as pastas try-in apresentaram correspondência com as cores dos cimentos tanto no momento imediato logo após a cimentação como também após 48h e 72h. Apenas o grupo DA2N apresentou diferença estatística significativa entre os tempos testados ($p = 0,0195$).

GRÁFICO 5 – Valores de ΔE para correspondência da pasta try-in e cimentos.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

A capacidade de mascaramento e estabilidade de cor são características dos materiais restauradores que determinam o sucesso clínico das restaurações dentárias. A forma mais comum de se determinar a capacidade de mascaramento de um material é por meio da medição do parâmetro chamado diferença de cor (ΔE) através do espectrofotômetro (BARATH et al., 2003).

As cerâmicas constituem um dos materiais mais conhecidos pela aparência natural, baixa condução de calor e alta resistência ao desgaste, porém apresenta desvantagens nas propriedades físicas como baixa resistência flexural.

Outro material bastante comum é a resina composta. Comparando a fragilidade e rigidez das cerâmicas com as resinas compostas, as resinas são menos frágeis, entretanto, tem baixa estabilidade de cor e baixa resistência ao desgaste (OZARSLAN et al., 2016). Nesse contexto foi desenvolvida a rede de cerâmica infiltrada com polímeros (PICN), também chamada de cerâmica híbrida, para contornar as desvantagens das cerâmicas e das resinas compostas (DELLA BONA; CORAZZA; ZHANG, 2014), porém poucos estudos são encontrados avaliando as propriedades ópticas desse material.

A razão para a popularidade das cerâmicas dentárias atuais e outros materiais dentários semelhantes aos dentes pode ser a previsibilidade da tonalidade final das restaurações feitas a partir desses materiais. A determinação da cor pode ser realizada através de escalas de cores (VAN DER BURGT et al., 1990), assim como de dispositivos digitais como colorímetros e espectrofotômetros.

O presente estudo avaliou a capacidade de mascaramento e estabilidade de cor de facetas de cerâmica híbrida comparando com facetas de dissilicato de lítio com o uso do espectrofotômetro Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Alemanha) para registrar as coordenadas CIELab (L^* , a^* e b^*) das amostras. ΔE é a distância numérica entre as coordenadas L^* , a^* , b^* de duas cores e representa o valor da diferença de cor. O limite clinicamente aceitável da diferença de cor considerado foi de $\Delta E < 3,3$.

Vantagens significativas para as medições espectrofotométricas incluem a capacidade de analisar os componentes principais de uma série de espectros e a capacidade de converter medidas espectrofotométricas em várias medidas de cor.

Além disso, uma vantagem distinta do sistema CIELab de cores é a simplicidade de cálculo de uma diferença de cor entre duas cores (JOHNSTON; KAO, 1989; SEGHI; JOHNSTON; O'BRIEN, 1989; BARATH et al., 2003; JOHNSTON, 2009).

As hipóteses testadas nesse estudo foram aceitas, pois não houve diferença na capacidade de mascaramento e estabilidade de cor ao longo do tempo entre o tipo de material restaurador utilizado para a confecção de facetas, assim como a cor do cimento não influenciou na capacidade de mascaramento e as pastas try-in testadas corresponderam aos seus respectivos cimentos.

Para a capacidade de mascaramento e estabilidade de cor, apesar da diferença significativa entre os grupos DC4N e HC4N, todos os valores foram $\Delta E < 1,7$, ou seja, são imperceptíveis (CHU et al., 2007; LEE et al., 2005; RUYTER; NILNER; MOLLER, 1987; VICHI, et al., 2011). No entanto, de acordo com Benbachir, Ardu e Krejci (2008) valores maiores que 1,7 são perceptíveis ao olho humano.

Neste estudo, após 1.000.000 de ciclos todos os valores encontrados foram $\Delta E < 1,0$, ou seja, totalmente imperceptíveis aos observadores (BARATH et al., 2003; SEGHI; JOHNSTON; O'BRIEN, 1986; VICHI et al, 2000) caracterizando muito boa capacidade de mascaramento e estabilidade de cor dos materiais. Por outro lado, Turgut e Bagis (2011) encontraram influência do envelhecimento na cor de laminados cerâmicos.

Acar et al. (2016) avaliaram a estabilidade de cor da cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD), cerâmica híbrida (Vita Enamic), resina nanocerâmica (Lava Ultimate) e resina composta (Filtek Supreme) e verificaram que a alteração de cor do dissilicato de lítio não foi perceptível ($\Delta E < 1,28$), enquanto da cerâmica híbrida foi perceptível, mas aceitável ($1,28 < \Delta E < 2,24$) e dos demais materiais foram inaceitáveis ($\Delta E > 2,24$) após termociclagem em solução de café o que é uma situação mais crítica, porém corrobora com os resultados do presente estudo. Outro estudo avaliando a estabilidade de cor de cerâmicas de dissilicato de lítio (IPS Empress) em soluções ácidas observaram alteração de cor do material ao longo do tempo (DOS SANTOS et al., 2017).

Escassos estudos são encontrados na literatura analisando a estabilidade de cor das cerâmicas híbridas em comparação com outros materiais cerâmicos. De acordo com os resultados desta pesquisa pode-se observar a mesma tendência entre os materiais para as coordenadas L^* , a^* e b^* , porém as facetas de dissilicato

de lítio demonstraram maior efeito no eixo verde (-a) enquanto as facetas de cerâmica híbrida no eixo amarelo (+b). Esses resultados demonstram que a espessura de 0,8mm das facetas são suficientes para capacidade de mascaramento de remanescentes escurecidos como corrobora o estudo de Shadman et al. (2015) e Griffiths et al. (2008), por outro lado, Shono e Al Nahedh (2012) demonstraram que espessuras de 1,5mm de IPS e.max não foram suficientes para mascarar completamente um fundo preto.

É válido considerar que muitos trabalhos avaliam a capacidade de mascaramento isoladamente em relação à espessura das cerâmicas associando-as com fundos claros e escuros (OKAMURA et al., 2004; VOLPATO et al., 2009; SHONO; AL NAHEDH, 2012) e também variando apenas o tipo de cerâmica (CHU; CHOW; CHAI, 2007). No entanto, sabe-se que a presença do cimento influencia na cor final da restauração (TOUATI; MIRA; NATHANSON, 2000). Poucos estudos têm avaliado a interação dos fatores que compreendem a restauração cerâmica, considerando que a restauração irá funcionar como um único corpo (estrutura subjacente, agente de cimentação e espessura cerâmica) resultando no aspecto estético final (VICHI; FERRARI; DAVIDSON, 2000; BARATH et al., 2003; KOUTAYAS et al., 2003; DE AZEVEDO CUBAS et al., 2011), além disso a cerâmica é confeccionada em forma de cilindros ou blocos e, a conformação curva do preparo dentário (WANG; XIONG; ZHENHUA, 2011) pode influenciar de maneira diferente de um espécime plano, sendo extremamente importante simular a realidade do preparo dentário para avaliar a capacidade de mascaramento dos materiais ao longo do tempo como foi realizado nesse estudo.

É importante destacar também que todas as facetas foram confeccionadas pelo método de fresagem CAD/CAM que é uma técnica rápida com facilidade de operação e promove a confecção de materiais homogêneos quase impecáveis (OZARSLAN et al., 2016) e com boa adaptação marginal, tendo em vista que variáveis como número de queimas e técnica de condensação (JORGENSEN; GOODKIND, 1979; BARGHI, 1982; RAPTIS; MICHALAKIS; HIRAYAMA, 2006) podem influenciar na cor da restauração, o método de fresagem descarta esses inconvenientes. Foi observado que a cerâmica híbrida Vita Enamic apresenta melhor adaptação interna e marginal comparando-se com as cerâmicas feldspáticas (BOTTINO et al., 2015) o que pode estar associado a boa maquinabilidade da Vita Enamic com o CAD/CAM (OZARSLAN et al., 2016).

A influência das cores dos cimentos de alto e baixo valor não demonstrou nenhum efeito nesse estudo corroborando com o estudo de Karaagaclioglu e Yilmaz (2008), porém outros estudos apontam que a opacidade e espessura dos cimentos podem auxiliar na capacidade de mascaramento em dentes escurecidos (SENSI; BARATIERI; MONTEIRO JÚNIOR, 2007; KARAAGACLIOGLU; YILMAZ, 2008; GRIFFITHS et al. 2008; TURGUT; BAGIS, 2011; DE AZEVEDO CUBAS et al., 2011) a depender da espessura da restauração. De acordo com Silami et al. (2016), os cimentos fotoativados apresentaram influência na cor e luminosidade de restaurações cerâmicas enquanto cimentos autoadesivos e duais não influenciaram, situação também confirmada por Turgut e Bagis (2011).

Tendo em vista, a influência do cimento considerar a espessura de cerâmica da restauração e a cor final ser indicativo de sucesso do tratamento, as pastas try-in auxiliam na determinação da cor do cimento a ser utilizada (ALGHAZALI et al., 2010; XING et al., 2010), pois a ausência de material interpondo a restauração cerâmica e o dente no momento da prova pode gerar uma avaliação errônea do resultado final da cor. Esse fato é explicado pelo fenômeno da reflexão da luz, que ocorre quando o raio de luz de um meio óptico mais denso (cerâmica) incide na interface de um menos denso (ar entre a peça e o substrato). Desta maneira, a grande maioria dos componentes da luz são refletidos e poucos são refratados, tem-se então, aumento irreal de valor na cor do laminado (TOUATI; MIRA; NATHANSON, 2000). Sendo assim, ressalta-se a importância da prova da restauração com interposição de pastas de prova específicas, gel glicerinado ou água para que esta deficiência seja facilmente corrigida antes da cimentação definitiva (TOUATI; MIRA; NATHANSON, 2000; BARATIERI; GUIMARÃES, 2008).

Para isso é importante que as pastas try-in apresentem fidelidade às respectivas cores dos cimentos, sendo confirmada neste estudo comparando a cor da pasta try-in com a cor dos cimentos após 48h e 72h considerando que a polimerização ocorre completamente até esse período (GARBER; GOLDSTEIN; FEINMAN, 1998). Outros estudos corroboram com esse resultado (ALGHAZALI et al., 2010; XING et al., 2010) ao contrário de Balderamos et al (1997) que encontraram diferenças significativas entre os cimentos e as pastas try-in.

A estabilidade de cor das restaurações são tão importantes quanto as propriedades mecânicas dos materiais (ACAR et al., 2016), pois as alterações de cor podem limitar a longevidade e qualidade das restaurações (DE OLIVEIRA et al.,

2014). Dessa forma, são necessários mais estudos *in vitro* e *in vivo* para comprovar a capacidade de mascaramento e estabilidade de cor das cerâmicas híbridas em relação aos demais materiais restauradores.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados do presente estudo, pode-se concluir que:

1. As facetas de cerâmica híbrida e de cerâmica reforçada com dissilicato de lítio processadas pelo método de fresagem CAD/CAM apresentam muito boa estabilidade de cor ao longo do tempo e capacidade de mascaramento.
2. As diferentes cores de cimento não influenciaram a cor final das facetas.
3. As pastas try-in apresentam fidelidade em relação às respectivas cores dos cimentos.

Referências

REFERÊNCIAS

- Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, Chandrasekaran I, Johnston WM. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *J Prosthet Dent*. 2016 Jan;115(1):71-5.
- Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. *J Prosthet Dent*. 2003 Apr;89(4):374-80.
- Albero A, Pascual A, Camps I, Grau-Benitez M. Comparative characterization of a novel cad-cam polymer-infiltrated-ceramic-network. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2015 Oct;7(4):e495-500.
- ALGhazali N, Laukner J, Burnside G, Jarad FD, Smith PW, Preston AJ. An investigation into the effect of try-in pastes, uncured and cured resin cements on the overall color of ceramic veneer restorations: an in vitro study. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e78-86.
- Alghazzawi TF, Lemons J, Liu PR, Essig ME, Janowski GM. Evaluation of the optical properties of CAD-CAM generated yttria-stabilized zirconia and glass-ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent*. 2012 May;107(5):300-8.
- Alqahtani MQ, Aljurais RM, Alshaafi MM. The effects of different shades of resin luting cement on the color of ceramic veneers. *Dent Mater J*. 2012;31(3):354-61.
- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips Materiais Dentários*. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013. 592 p.
- Apel E, Deubener J, Bernard A, Holand M, Muller R, Kappert H, et al. Phenomena and mechanisms of crack propagation in glass-ceramics. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2008 Oct;1(4):313-25.

Azer SS, Ayash GM, Johnston WM, Khalil MF, Rosenstiel SF. Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. J Prosthet Dent. 2006 Dec;96(6):397-401.

Balderamos LP, O'Keefe KL, Powers JM. Color accuracy of resin cements and try-in pastes. The International journal of prosthodontics. 1997 Mar-Apr;10(2):111-5.

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

Baratieri LN, Guimarães J. Laminados Cerâmicos. In: Baratieri LN. Soluções clínicas: fundamentos e técnicas. 1ª ed. Santa Catarina: Ed. Ponto; 2008. 214-71 p.

Benbachir N, Ardu S, Krejci I. Spectrophotometric evaluation of the efficacy of a new in-office bleaching technique. Quintessence international. 2008 Apr;39(4):299-306.

Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. British dental journal. 2008 May 10;204(9):505-11.

Bottino MA, Campos F, Ramos NC, Rippe MP, Valandro LF, Melo RM. Inlays made from a hybrid material: adaptation and bond strengths. Oper Dent. 2015 May-Jun;40(3):E83-91.

Braga RR, Ballester RY, Daronch M. Influence of time and adhesive system on the extrusion shear strength between feldspathic porcelain and bovine dentin. Dent Mater. 2000 Jul;16(4):303-10.

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 Feb;105(2):83-90.

Chu FC, Chow TW, Chai J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. *J Prosthet Dent*. 2007 Nov;98(5):359-64.

Coelho PG, Bonfante EA, Silva NR, Rekow ED, Thompson VP. Laboratory simulation of Y-TZP all-ceramic crown clinical failures. *Journal of dental research*. 2009 Apr;88(4):382-6.

Coelho PG, Silva NR, Bonfante EA, Guess PC, Rekow ED, Thompson VP. Fatigue testing of two porcelain-zirconia all-ceramic crown systems. *Dent Mater*. 2009 Sep;25(9):1122-7.

Coldea A, Swain MV, Thiel N. In-vitro strength degradation of dental ceramics and novel PICN material by sharp indentation. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2013 Oct;26:34-42.

Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater*. 2013 Apr;29(4):419-26.

Craig RG, Powers JM. *Materiais dentários restauradores*. 11^a ed. Santos: Editora Santos; 2004.

de Azevedo Cubas GB, Camacho GB, Demarco FF, Pereira-Cenci T. The Effect of Luting Agents and Ceramic Thickness on the Color Variation of Different Ceramics against a Chromatic Background. *Eur J Dent*. 2011 Jul;5(3):245-52.

de Oliveira AL, Botta AC, Campos JA, Garcia PP. Effects of immersion media and repolishing on color stability and superficial morphology of nanofilled composite resin. *Microscopy and microanalysis : the official journal of Microscopy Society of America, Microbeam Analysis Society, Microscopical Society of Canada*. 2014 Aug;20(4):1234-9.

Della Bona A, Anusavice KJ, Hood JA. Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement. *The International journal of prosthodontics*. 2002 May-Jun;15(3):248-53.

Della Bona A, Corazza PH, Zhang Y. Characterization of a polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater*. 2014 May;30(5):564-9.

Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater*. 2004 May;20(4):338-44.

Della-Bona A. Characterizing ceramics and the interfacial adhesion to resin: II- the relationship of surface treatment, bond strength, interfacial toughness and fractography. *Journal of applied oral science : revista FOB*. 2005 Jun;13(2):101-9.

Denissen H, Dozic A, van Waas M, Feilzer A. Effects of 5 manipulative variables on the color of ceramics used for computer-generated restorations. *Quintessence international*. 2007 May;38(5):401-8.

Dos Santos DM, da Silva EV, Watanabe D, Bitencourt SB, Guiotti AM, Goiato MC. Effect of different acidic solutions on the optical behavior of lithium disilicate ceramics. *J Prosthet Dent*. 2017 Feb 20.

Dozic 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 Dec;90(6):563-70.

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

Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Neiva G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. *Journal of the American Dental Association*. 2010 Jun;141 Suppl 2:10S-4S.

Garber DA, Goldstein RE, Feinman RA. *Porcelain Laminate Veneers*. Chicago: Quintessence Publishing 1998.

Giordano RA, 2nd, Pelletier L, Campbell S, Pober R. Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic, and feldspathic porcelain. J Prosthet Dent. 1995 May;73(5):411-8.

Goldstein RE. Study of need for esthetics in dentistry. J Prosthet Dent. 1969 Jun;21(6):589-98.

Gonzaga CC, Cesar PF, Miranda WG, Jr., Yoshimura HN. Slow crack growth and reliability of dental ceramics. Dent Mater. 2011 Apr;27(4):394-406.

Gresnigt MM, Cune MS, de Roos JG, Ozcan M. Effect of immediate and delayed dentin sealing on the fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithiumdisilicate laminate veneers. Dent Mater. 2016 Apr;32(4):e73-81.

Griffiths CE, Bailey JR, Jarad FD, Youngson CC. An investigation into most effective method of treating stained teeth: an in vitro study. J Dent. 2008 Jan;36(1):54-62.

Gurel G, Morimoto S, Calamita MA, Coachman C, Sesma N. Clinical performance of porcelain laminate veneers: outcomes of the aesthetic pre-evaluative temporary (APT) technique. The International journal of periodontics & restorative dentistry. 2012 Dec;32(6):625-35.

He LH, Purton D, Swain M. A novel polymer infiltrated ceramic for dental simulation. Journal of materials science Materials in medicine. 2011 Jul;22(7):1639-43.

He LH, Swain M. A novel polymer infiltrated ceramic dental material. Dent Mater. 2011 Jun;27(6):527-34.

Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. J Prosthet Dent. 2002 Jul;88(1):10-5.34.

Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. J Prosthet Dent. 2002 Jul;88(1):4-9.

Heintze SD, Albrecht T, Cavalleri A, Steiner M. A new method to test the fracture probability of all-ceramic crowns with a dual-axis chewing simulator. *Dent Mater*. 2011 Feb;27(2):e10-9.

Horn HR. Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel. *Dental clinics of North America*. 1983 Oct;27(4):671-84.

Jetti RR, Balasubramaniam M, Chidambaranathan AS, Srinivasan S. Evaluation of Shear Bond Strength of Feldspathic CAD/CAM Ceramic with Dentin using 2 Bonding Agents and 2 Surface Treatments- An Invitro Study. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR*. 2015 Nov;9(11):ZC36-9.

Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of dental research*. 1989 May;68(5):819-22.

Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent*. 2009;37 Suppl 1:e2-6.

Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent*. 2006 Aug;34(7):412-9.

Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthet Dent*. 1979 Jul;42(1):96-105.

Karaagaclioglu L, Yilmaz B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. *Oper Dent*. 2008 Jul-Aug;33(4):386-91.

Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent*. 1996 Jan;75(1):18-32.

Kim JW, Kim JH, Thompson VP, Zhang Y. Sliding contact fatigue damage in layered ceramic structures. *Journal of dental research*. 2007 Nov;86(11):1046-50.

Koutayas SO, Kakaboura A, Hussein A, Strub JR. Colorimetric evaluation of the influence of five different restorative materials on the color of veneered densely sintered alumina. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(6):353-60; discussion 61.

Lawn BR, Deng Y, Miranda P, Pajares A, Chai H, Kim K. Overview: damage in brittle layer structures from concentrated loads. *J Mater Res*. 2002;17(2):3019-36.

Layton DM, Clarke M. A systematic review and meta-analysis of the survival of non-feldspathic porcelain veneers over 5 and 10 years. *The International journal of prosthodontics*. 2013 Mar-Apr;26(2):111-24.

Layton DM, Walton TR. The up to 21-year clinical outcome and survival of feldspathic porcelain veneers: accounting for clustering. *The International journal of prosthodontics*. 2012 Nov-Dec;25(6):604-12.

Lee IB, An W, Chang J, Um CM. Influence of ceramic thickness and curing mode on the polymerization shrinkage kinetics of dual-cured resin cements. *Dent Mater*. 2008 Aug;24(8):1141-7.

Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Powers JM. Color and translucency of A2 shade resin composites after curing, polishing and thermocycling. *Oper Dent*. 2005 Jul-Aug;30(4):436-42.

Li Q, Yu H, Wang YN. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of core build-up composites on all-ceramic materials. *Dent Mater*. 2009 Feb;25(2):158-65.

Liu PR, Essig ME. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compendium of continuing education in dentistry*. 2008 Oct;29(8):482, 4, 6-8 passim.

Lohbauer U, Pelka M, Belli R, Schmitt J, Mocker E, Jandt KD, et al. Degree of conversion of luting resins around ceramic inlays in natural deep cavities: a micro-Raman spectroscopy analysis. *Oper Dent*. 2010 Sep-Oct;35(5):579-86.

Luo XP, Zhang L. Effect of veneering techniques on color and translucency of Y-TZP. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*. 2010 Aug;19(6):465-70.

McLaren EA, Whiteman YY. Ceramics: rationale for material selection. *Compendium of continuing education in dentistry*. 2010 Nov-Dec;31(9):666-8, 70, 72 passim; quiz 80, 700.

Nguyen JF, Ruse D, Phan AC, Sadoun MJ. High-temperature-pressure polymerized resin-infiltrated ceramic networks. *Journal of dental research*. 2014 Jan;93(1):62-7.

Okamura M, Chen KK, Kakigawa H, Kozono Y. Application of alumina coping to porcelain laminate veneered crown: part 1 masking ability for discolored teeth. *Dent Mater J*. 2004 Jun;23(2):180-3.

Ozarslan MM, Buyukkaplan US, Barutcgil C, Arslan M, Turker N, Barutcgil K. Effects of different surface finishing procedures on the change in surface roughness and color of a polymer infiltrated ceramic network material. *The journal of advanced prosthodontics*. 2016 Feb;8(1):16-20.

Pecho OE, Ghinea R, Ionescu AM, Cardona Jde L, Paravina RD, Perez Mdel M. Color and translucency of zirconia ceramics, human dentine and bovine dentine. *J Dent*. 2012 Dec;40 Suppl 2:e34-40.

Peixoto RT, Paulinelli VM, Sander HH, Lanza MD, Cury LA, Poletto LT. Light transmission through porcelain. *Dent Mater*. 2007 Nov;23(11):1363-8.

Petrini M, Ferrante M, Su B. Fabrication and characterization of biomimetic ceramic/polymer composite materials for dental restoration. *Dent Mater*. 2013 Apr;29(4):375-81.

Pinto MM. *Propriedades ópticas e microestrutura de materiais cerâmicos de restauração dentária*. São Paulo (SP): Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2009.

Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. J Prosthet Dent. 2004 Sep;92(3):265-73.

Ragain JC, Johnston WM. Color Acceptance of Direct Dental Restorative Materials by Human Observers. COLOR research and application. 2000;25(4):278-85.

Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. Dental clinics of North America. 2004 Apr;48(2):viii, 531-44.

Raptis NV, Michalakis KX, Hirayama H. Optical behavior of current ceramic systems. The International journal of periodontics & restorative dentistry. 2006 Feb;26(1):31-41.

Reich S, Fischer S, Sobotta B, Klapper HU, Gozdowski S. A preliminary study on the short-term efficacy of chairside computer-aided design/computer-assisted manufacturing- generated posterior lithium disilicate crowns. The International journal of prosthodontics. 2010 May-Jun;23(3):214-6.

Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mater. 1987 Oct;3(5):246-51.

Salameh Z, Tehini G, Ziadeh N, Ragab HA, Berberi A, Aboushelib MN. Influence of ceramic color and translucency on shade match of CAD/CAM porcelain veneers. The international journal of esthetic dentistry. 2014 Spring;9(1):90-7.

Schmitter M, Seydler BB. Minimally invasive lithium disilicate ceramic veneers fabricated using chairside CAD/CAM: a clinical report. J Prosthet Dent. 2012 Feb;107(2):71-4.

Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. Journal of dental research. 1989 Dec;68(12):1755-9.

Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. J Prosthet Dent. 1986 Jul;56(1):35-40.

Sensi L, Baratieri LN, Monteiro Júnior S. Cimentos Resinosos. In: Kina S, Brugera A. Invisível: Restaurações estéticas cerâmicas. 1ª ed. Maringá: Dental Press; 2007.

Shadman N, Kandi SG, Ebrahimi SF, Shoul MA. The minimum thickness of a multilayer porcelain restoration required for masking severe tooth discoloration. Dental research journal. 2015 Nov-Dec;12(6):562-8.

Shokry TE, Shen C, Elhosary MM, Elkhodary AM. Effect of core and veneer thicknesses on the color parameters of two all-ceramic systems. J Prosthet Dent. 2006 Feb;95(2):124-9.

Shono NN, Al Nahedh HN. Contrast ratio and masking ability of three ceramic veneering materials. Oper Dent. 2012 Jul-Aug;37(4):406-16.

Silami FD, Tonani R, Alandia-Roman CC, Pires-de-Souza Fde C. Influence of Different Types of Resin Luting Agents on Color Stability of Ceramic Laminate Veneers Subjected to Accelerated Artificial Aging. Brazilian dental journal. 2016 Jan-Feb;27(1):95-100.

Silva NR, Bonfante EA, Zavanelli RA, Thompson VP, Ferencz JL, Coelho PG. Reliability of metalloceramic and zirconia-based ceramic crowns. Journal of dental research. 2010 Oct;89(10):1051-6.

Touati B, Mira P, Nathanson D. Estética e restaurações cerâmicas. São Paulo: Santos; 2000.

Turgut S, Bagis B. Color stability of laminate veneers: An in vitro study. J Dent. 2011;39s:e57-e64.

van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmid WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. J Prosthet Dent. 1990 Feb;63(2):155-62.

van Noort R. The future of dental devices is digital. Dent Mater. 2012 Jan;28(1):3-12.

Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent*. 2000 Apr;83(4):412-7.

Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1):97-108.

Volpato CA, Monteiro S, Jr., de Andrada MC, Fredel MC, Petter CO. Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dent Mater*. 2009 Jan;25(1):87-93.

Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *J Prosthet Dent*. 2013 Jul;110(1):14-20.

Wang H, Xiong F, Zhenhua L. Influence of varied surface texture of dentin porcelain on optical properties of porcelain specimens. *J Prosthet Dent*. 2011 Apr;105(4):242-8.

Xing W, Jiang T, Ma X, Liang S, Wang Z, Sa Y, et al. Evaluation of the esthetic effect of resin cements and try-in pastes on ceromer veneers. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e87-94.