

DAIANA KELLY LOPES HERNANDES

**INFLUÊNCIA DA CAMADA DO CIMENTO RESINOSO NAS
PROPRIEDADES ÓPTICAS DE FACETAS CERÂMICA**

Dissertação apresentada à Universidade Guarulhos
como requisito para a obtenção do grau de Mestre
em Odontologia – Área de concentração em
Dentística

Orientador: Prof. Dr. José A. Rodrigues
Co-orientador: Prof. Dr. Cesar A. G. Arrais

GUARULHOS
2013

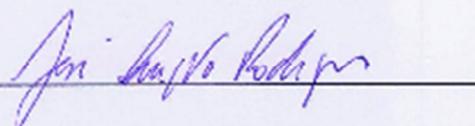
H557i	Hernandes, Daiana Kelly Lopes
	A influência da camada do cimento resinoso nas propriedades ópticas de facetas cerâmicas/ Daiana Kelly Lopes Hernandes. Guarulhos, SP, 2013.
	44 f.; 31 cm
	Dissertação (Mestrado em Odontologia, área de concentração dentística) - Centro de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos, 2013.
	Orientador: Prof. Dr. José A. Rodrigues Bibliografia: f. 38-40
	1. Cimento resinoso. 2. Cerâmica. 3. Propriedades ópticas. 4. Facetas laminadas. 5. Translucidez. I. Título. II. Universidade Guarulhos.
	CDD 22 st 617.6

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Fernando Gay da Fonseca

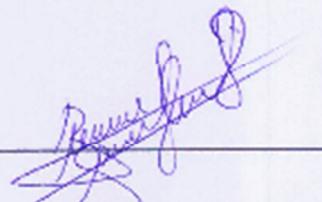
A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada "INFLUÊNCIA IN VITRO DO CIMENTO RESINOSO NAS PROPRIEDADES ÓPTICAS DE FACETAS CERÂMICAS" em sessão pública realizada em 27 de Março de 2013, considerou a candidata DAIANA KELLY LOPES HERNANDES aprovada.

COMISSÃO EXAMINADORA:

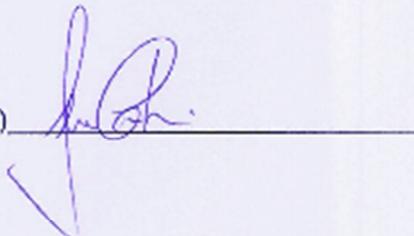
1. Prof. Dr. José Augusto Rodrigues (UnG)



2. Prof. Dr. Rodrigo Sversut de Alexandre (UNORP)



3. Profa. Dra. Alessandra Cassoni Ferreira (UnG)



Guarulhos, 27 de Março de 2013.

Aos meus pais Claudio e Roseli, que com muita cumplicidade e amor construíram uma família, me dando razão para viver, para aprender, para respirar. Batalharam juntos e conquistaram tudo o que temos. Jamais mediram esforços para que meus sonhos fossem idealizados, que sempre lutaram pela minha felicidade com muita dedicação, compreensão e paciência, em todos os momentos, fazendo com que eu chegassem até aqui.

AGRADECIMENTOS

O meu especial agradecimento ao orientador Prof. Dr. José A. Rodrigues o modo como me apoiou nesta dissertação, o esforço, a disponibilidade que sempre manifestou e o estímulo que me permitiu vencer as inseguranças deste processo e, sobretudo, na orientação e revisão desta dissertação, tornando-a melhor.

Ao Prof. Dr. Cesar A. G. Arrais meu co-orientador do mestrado, por haver me conduzido no processo de construção desta Dissertação.

À Universidade Guarulhos que me fez crescer em todos os aspectos ao longo desses anos desde a graduação, me proporcionando sabedoria.

Ao Erick Lima, aluno do mestrado da Universidade de São Paulo, que esteve comigo me auxiliando nas análises do meu trabalho.

Ao Laboratório de Materiais dentários FOUSP pelas análises.

Aos meus parentes e amigos, meu agradecimento pelo incentivo, apoio e carinho que sempre pautaram nosso convívio, principalmente, ao longo destes dois anos de dedicação ao mestrado, quando, nem sempre, pude estar por perto.

A todas as pessoas do meu convívio principalmente que acreditaram e contribuíram, mesmo que indiretamente, para a conclusão deste curso.

Ao meu namorado, companheiro e amigo Vinicius o qual esteve ao meu lado me apoiando em todos os momentos, sempre acreditando e contribuindo para com o meu sucesso.

As minhas avós Ana e Augusta, que sempre cuidaram de mim com muito amor e carinho, e com sabedoria me deram conselhos que levarei para toda a vida.

A minha grande irmã Amanda, que por sinal foi minha primeira e melhor amiga, sempre foi minha fonte de inspiração, me ajudando em todos os momentos que precisei.

A minha sobrinha Isabelle, que sempre me trouxe alegria desde o seu nascimento, me dando razões para sorrir sempre.

A Deus, pois sem ELE, nada disso seria possível e não estaríamos aqui reunidos, desfrutando, juntos, destes momentos que nos são tão importantes.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência da camada de cimento resinoso sobre as propriedades ópticas de facetas de cerâmica. Os objetivos específicos foram comparar o efeito de cimentos A1 e A3 na translucidez e na cor de uma cerâmica reforçada por dissilicato de lítio de baixa translucidez (LT) e uma de alta translucidez (HT). Os fatores em estudo foram a "cerâmica" em dois níveis: baixa translucidez (LT - IPS e.max Press) e alta translucidez (HT - IPS e.max Press), e "cor do cimento" em três níveis A1, A3 e sem cimento. Cinco discos de 1 mm de espessura foram fabricados em laboratório simulando restaurações de facetas laminadas de cerâmica. O cimento Variolink II, Base (A1 ou A3) e catalisador (Transparente ou A3, respectivamente) foi misturado e aplicado, a amostra de cerâmica foi colocada sobre eles, e fotoativada através da cerâmica com uma fonte de LED. A mudança de cor foi medida de acordo com o sistema CIELAB com uma luz padrão D65 no modo de reflectância com um cartão de calibração padrão, branco (CIE L* = 24,58, a* = 0,27, b* = 2,58) e preto (CIE-L* = 92,95, a* = -0,78, b* = 3,57) em um espectrofotômetro, que opera na gama de luz visível (360-740 nm), equipado com uma esfera integrada. A diferença de cor entre o fundo preto (B) e as leituras de cor branca (W) foi utilizada para avaliação de translucidez: $TP = [(L^*_B - L^*_W)^2 + (a^*_B - a^*_W)^2 + (b^*_B - b^*_W)^2]^{1/2}$. O Croma dos grupos foi calculado pela fórmula $C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. A mudança de cor do conjunto após a inserção do cimento foi avaliada por ΔE^*_{ab} . Para análise estatística dos dados foi realizada ANOVA dois fatores, em um modelo geral linear multivariado considerando os fatores cimento, cerâmica e a interação desses, seguida pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). Os valores de TP para o fator cerâmica foram: LT= 15,93^A; HT= 16,82^B e para o fator cimento foram: A1= 15,78^a; A3=15,90^a; sem cimento = 17,46^b. Os valores de C^*_{ab} para cerâmica foram: LT= 21,93^A; HT= 18,47^B e para sem cimento foram: A1= 19,85^b; A3=21,29^a; sem cimento = 19,46^b. Os valores de ΔE^*_{ab} para cerâmica foram: LT= 2,0^A; HT= 2,49^B e para cimentos foram: A1= 1,69^a; A3=2,79^b. A cerâmica LT mostrou uma cor diferente em comparação com HT. A utilização de um cimento resinoso A1 não alterou o croma final da cerâmica LT ou HT. O uso de cimento resinoso A3 pode mudar o croma final da cerâmica LT e HT, porém ambos os cimentos reduziram a translucidez das cerâmicas. Pode-se concluir que conforme a cor do cimento resinoso é possível que a presença do mesmo altere as propriedades ópticas e a cor das cerâmicas independentemente de sua translucidez.

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência da camada de cimento resinoso sobre as propriedades ópticas de facetas de cerâmica. Os objetivos específicos foram comparar o efeito de cimentos A1 e A3 na translucidez e na cor de uma cerâmica reforçada por dissilicato de lítio de baixa translucidez (LT) e uma de alta translucidez (HT). Os fatores em estudo foram a "cerâmica" em dois níveis: baixa translucidez (LT - IPS e.max Press) e alta translucidez (HT - IPS e.max Press), e "cor do cimento" em três níveis A1, A3 e sem cimento. Cinco discos de 1 mm de espessura foram fabricados em laboratório simulando restaurações de facetas laminadas de cerâmica. O cimento Variolink II, Base (A1 ou A3) e catalisador (Transparente ou A3, respectivamente) foi misturado e aplicado, a amostra de cerâmica foi colocada sobre eles, e fotoativada através da cerâmica com uma fonte de LED. A mudança de cor foi medida de acordo com o sistema CIELAB com uma luz padrão D65 no modo de reflectância com um cartão de calibração padrão,

branco (CIE L* = 24,58, a* = 0,27, b* = 2,58) e preto (CIE-L* = 92,95, a* = -0,78, b * = 3,57) em um espectrofotômetro, que opera na gama de luz visível (360-740 nm), equipado com uma esfera integrada. A diferença de cor entre o fundo preto (B) e as leituras de cor branca (W) foi utilizada para avaliação de translucidez: $TP = [(L^*_B - L^*_W)^2 + (a^*_B - a^*_W)^2 + (b^*_B - b^*_W)^2]^{1/2}$. O Croma dos grupos foi calculado pela fórmula $C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. A mudança de cor do conjunto após a inserção do cimento foi avaliada por ΔE^*_{ab} . Para análise estatística dos dados foi realizada ANOVA dois fatores, em um modelo geral linear multivariado considerando os fatores cimento, cerâmica e a interação desses, seguida pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). Os valores de TP para o fator cerâmica foram: LT= 15,93^A; HT= 16,82^B e para o fator cimento foram: A1= 15,78^a; A3=15,90^a; sem cimento = 17,46^b. Os valores de C^*_{ab} para cerâmica foram: LT= 21,93^A; HT= 18,47^B e para sem cimento foram: A1= 19,85^b; A3=21,29^a; sem cimento = 19,46^b. Os valores de ΔE^*_{ab} para cerâmica foram: LT= 2,0^A; HT= 2,49^B e para cimentos foram: A1= 1,69^a; A3=2,79^b. A cerâmica LT mostrou uma cor diferente em comparação com HT. A utilização de um cimento resinoso A1 não alterou o croma final da cerâmica LT ou HT. O uso de cimento resinoso A3 pode mudar o croma final da cerâmica LT e HT, porém ambos os cimentos reduziram a translucidez das cerâmicas. Pode-se concluir que conforme a cor do cimento resinoso é possível que a presença do mesmo altere as propriedades ópticas e a cor das cerâmicas independentemente de sua translucidez.

Palavras Chave: cimento resinoso; cerâmica; propriedades ópticas, facetas laminadas; translucidez.

ABSTRACT

The purpose of this in vitro study was to evaluate the influence of a resin cement layer on the optical properties of ceramic veneers. The specific objectives were to compare the effect of A1 and A3 resin cements in the translucency and shade of a low translucency (LT) and a high translucency (HT) of a reinforced lithium disilicate ceramic. The factors under study were "ceramic" in two levels, Low Translucency (LT - IPS e.max Press) and High Translucency (HT - IPS e.max Press); and "cement shade" in three levels A1, A3, and without cement. Five 1-mm thickness disk-shaped simulated laboratory-processed laminated veneer ceramic restorations were fabricated. The cement Variolink II, Base (A1 or A3) and catalyst (Transparent or A3, respectively) was mixed and applied, the ceramic specimen was placed over them, and photo-activated through the ceramic disc with an LED source. Color change was measured according to the CIELAB system with a standard illuminant D65 in the reflectance mode with a standard calibration tile, a white (CIE L* = 24.58, a* = 0.27, b* = 2.58) and a black (CIE-L* = 92.95, a* = -0.78, b* = 3.57) in a Spectrophotometer, operating in the range of visible light (360-740 nm), equipped with an integrating sphere. The color difference between black (B) and white (W) background readings were used for translucency evaluation: $TP = [(L^*_B - L^*_W)^2 + (a^*_B - a^*_W)^2 + (b^*_B - b^*_W)^2]^{1/2}$. The Chroma of groups were calculated by the formula $C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. The color change of ceramic after cement insertion was evaluated by ΔE^*_{ab} . The 2-way ANOVA was used in a multivariate general linear model considering the factors ceramic, cement and the interaction between them, followed by Tukey's post-hoc test ($\alpha=5\%$). The values of TP to ceramic were: LT= 15.93^A; HT= 16.82^B and to cement were: A1= 15.78^a; A3=15.90^a; no cement = 17.46^b. The values of C^*_{ab} to ceramic were: LT= 21.93^A; HT= 18.47^B and to cement were: A1= 19.85^b; A3=21.29^a; no cement = 19.46^b. The values of ΔE^*_{ab} to ceramic were: LT= 2.0^A; HT= 2.49^B and to cement were: A1= 1.69^a; A3=2.79^b. LT ceramic showed a different shade compared to HT. A1 resin cement did not change the final chroma of LT or HT ceramics. The use of A3 resin cement changed the final chroma of LT and HT ceramics. In conclusion, depending on the resin cement shade, the resin cement layer can change the optical properties and shade of ceramic veneers regardless of the ceramic translucency.

Key-words: Resin cement, ceramics, optical properties, ceramics, laminates, translucency

SUMÁRIO

	Página
1- INTRODUÇÃO	12
2- OBJETIVO.....	18
3. DESENVOLVIMENTO.....	19
4- CONCLUSÕES	35
5- REFERÊNCIAS	36
Anexo 1 – Saídas da análise estatística	39

1- INTRODUÇÃO

Acompanhando a busca da população por tratamentos odontológicos que satisfaçam as exigências estéticas atuais, o profissional da Odontologia vem aprimorando seus conhecimentos para prover um sorriso belo e harmonioso aos seus pacientes. Influenciadas pela mídia e por padrões pré-estabelecidos pela sociedade a que pertencem, em que dentes claros, alinhados e harmônicos denotam sucesso, saúde e bem estar, as pessoas exigem resultados que melhorem o seu sorriso (Massing, 2006).

O sorriso enquadra-se em um contexto maior que é a face, porção do corpo mais exposta e de maior influência no relacionamento interpessoal, sendo responsável pela comunicação não verbal e pela expressão facial (Massing, 2006). Nessa situação, para dentes com alterações de coloração ou que necessitam de restaurações diretas extensas, os laminados e as coroas cerâmicas são mais indicados, uma vez que apresentam vantagens em relação a outros materiais como maior resistência ao desgaste frente às forças mastigatórias, além de manterem uma estabilidade de cor ao longo do tempo e possuir uma alta capacidade de mimetizar a estrutura dental (Fradeani et al., 2005; Molin; Karlsson, 2008; Valenti et al., 2009).

As cerâmicas odontológicas podem ser classificadas quanto ao tipo, ao ponto de fusão e à composição. Contudo, a classificação mais utilizada, para os sistemas cerâmicos gerais, atualmente é dada pela composição, dividindo-as em: sistemas baseados em vidro de sílica e sistemas de alta resistência, reforçados por alumina ou óxido de zircônia (Fradeani, Barducci, 2008; Giordano, McLaren 2010). Os sistemas baseados em vidro de sílica de alta resistência são subdivididos em feldspáticas vitro-cerâmicas, reforçadas por leucita ou dissilicato de lítio.

A estrutura vítreia das cerâmicas é composta basicamente por dois minerais: o feldspato, formando a fase vítreia e o quartzo, compondo a fase cristalina, as quais conferem além da resistência e estética outras vantagens como uma alta estabilidade química, baixa condutividade e difusividade. Todavia, as cerâmicas apresentam baixa resistência à tração, o que lhes confere a característica de friabilidade, ou seja, estão susceptíveis a sofrer fratura frágil sem ocorrer deformação plástica (Borges et al., 2003).

O desenvolvimento das cerâmicas com adição de cristais de reforços melhorou suas propriedades mecânicas, sendo essas indicadas atualmente em

situações mais críticas. Outra forma de se obter uma faceta laminada é através dos vidros ceramizados, que podem ser fundidos, usinados e prensados ou injetados (Correr Sobrinho et al., 2004).

As facetas laminadas de cerâmica ganharam atenção como um importante recurso estético, em função da possibilidade da adesão entre o esmalte dental e a cerâmica condicionada em sua face interna com ácido hidrofluorídrico (Simonsen et al., 1987). Além disso, como as facetas podem ser realizadas fora da cavidade bucal, possibilitam que o técnico em prótese realize uma escultura melhor, e que trabalhe com a opacidade e translucidez das cerâmicas, proporcionando uma estética mais elevada.

O mimetismo com os dentes adjacentes é um fator fundamental para o sucesso estético de facetas cerâmicas. A translucidez de um material restaurador é de extrema importância na estética final da restauração, uma vez que consiste na propriedade do material em permitir a passagem de luz através dele, transmitindo a luz incidente, desordenando os raios e dirigindo-os em todas as direções. Pode-se ainda considerar a translucidez e a opacidade como propriedades ópticas intermediárias entre os corpos absolutamente transparentes e totalmente opacos (Villarroel, 2004). Desta forma, a translucidez cria uma sensação de profundidade ao material, e sem essa propriedade, o material pode ter um aspecto escurecido e sem vida, resultando em um contraste evidente com os dentes naturais (Crisp et al., 1979).

Com relação às características estéticas de sistemas cerâmicos, sabe-se que diversos fatores podem afetar a capacidade das cerâmicas em reproduzir escalas de cor padronizadas e elementos dentais, sendo os mais importantes a técnica de confecção, temperatura de sinterização, espessura e número de ciclos de queima (O'Brien et al., 1991; Uludag et al., 2007). Durante as etapas de confecção da restauração, as cerâmicas são submetidas a várias sinterizações para obtenção de um melhor resultado estético e compensação da contração de queima. Estudos demonstram que o número de ciclos de sinterização pode causar alterações perceptíveis na cor de diversos sistemas cerâmicos, quando submetidos a até 7 ciclos de sinterização (O'Brien et al., 1991; Uludag et al., 2007).

A translucidez ou a opacidade de um material depende da absorção e do espalhamento da luz no seu interior. Dessa forma, se a maior parte da luz que passa através da cerâmica é intensamente espalhada ou refletida de forma difusa, o

material terá uma aparência opaca. Se somente pequena parte da luz é espalhada ou refletida e a maior parte é transmitida, o material será translúcido. As quantidades de luz absorvida, refletida e transmitida são determinadas pelo comportamento óptico do material e dependem das suas características microestruturais, morfológicas e da luz incidente (Zahng et al., 2004; Heffernan et al., 2002).

A microestrutura e o processamento são os principais fatores responsáveis pelas propriedades mecânicas e ópticas das cerâmicas odontológicas. Com relação à microestrutura, os fatores que mais influenciam são o conteúdo cristalino e a presença ou não de fase amorfa e inclusões. Dentre os fatores ligados ao processamento estão os poros residuais, as trincas superficiais que podem dispersar a luz e a espessura da estrutura. Sabe-se que quanto maior a espessura mais difícil a transmissão de luz, devido ao maior espalhamento no interior do material, fato que aumenta o valor da razão de contraste, e leva a perda na qualidade óptica da restauração (Antonson, Anusavice, 2001).

Wang et al. (2011) avaliaram os parâmetros ópticos de diferentes combinações de cerâmicas de esmalte e dentina com diferentes texturas e observaram que a textura da superfície pode alterar a cor final, sendo que a ondulação causa maior impacto na cor final do que a rugosidade.

Uma faceta de porcelana pode possuir uma espessura de até 0,5 mm, enquanto os conectores de próteses parciais fixas (PPF) chegam a ter 4,0 mm. Assim, utilizando-se uma mesma cerâmica essa será translúcida para o preparo de faceta e opaca para o preparo da PPF. Por outro lado, uma infraestrutura cerâmica com alto conteúdo cristalino pode apresentar a mesma opacidade de outra com baixo conteúdo cristalino, desde que a de baixo conteúdo tenha uma maior espessura (Brodbelt et al., 1980; Antonson; Anusavice, 2001).

Essas propriedades se tornam mais críticas no caso de facetas laminadas, devido ao desgaste conservador em relação às coroas, que acarretam em uma restauração indireta com uma fina camada de cerâmica e cimento, aumentando a chance de erros relacionados à correta seleção de cor.

Em 2009, Johnston reviu a literatura e descreveu os parâmetros mais adequados, como o iluminante D65 que compreende a luz visível, para avaliação de cor com equipamentos do tipo espectrofotômetro, ressaltando que a avaliação pelo parâmetro ΔE^*_{ab} é a mais utilizada por ser o modo mais fácil de expressar as diferenças de cor. Afirmou que a determinação da cor de um objeto envolve a

modificação de sua energia espectral por um iluminante, emitindo um espectro modificado que deve ser captado e subtraído do espectro do iluminante, definindo os ângulos e tipos de iluminantes mais adequados, sendo esse um processo sensível e complexo.

O parâmetro ΔE^*_{ab} foi proposto pela Comissão Internacional de Iluminação (“Comission Internationale de l’Eclairage” – CIE). Esse, sistema determina um espaço de cores inicialmente desenvolvido em 1931 e revisado em 1976, quando passou a ser adotado mundialmente (CIE, 2004) e se baseia em três coordenadas: L^* , a^* e b^* , que estão arranjadas graficamente em um sistema cartesiano, em que L^* representa o eixo vertical, localizado no centro, perpendicularmente aos eixos horizontais a^* e b^* . A coordenada L^* descreve a luminosidade em uma escala de 0 a 100. Já as coordenadas a^* e b^* estão relacionadas à cromaticidade (matiz e croma), em escalas que variam de -128 a 127. A coordenada a^* representa o eixo vermelho-verde, sendo os valores negativos representando o verde e os positivos o vermelho. O mesmo vale para a coordenada b^* , que representa o eixo amarelo-azul. Quando seu valor é positivo, indica amarelo, e quando o valor é negativo, o azul.

Ozturk et al. (2008) avaliaram os efeitos de diferentes espessuras de cerâmica na dentina e de repetidas queimas sobre a cor da cerâmica de dissilicato de lítio, de sistemas de óxido de zircônia, as análises revelaram que houveram mudanças significativas nos parâmetros de cor $L^* a^* b^*$, conforme o número de queimas aumentou, aumentaram os valores dos parâmetros, o que resulta em mudanças de cor.

Turgut e Bagis (2011), avaliaram por meio de um estudo *in vitro* a estabilidade de cor antes e após o envelhecimento de facetas laminadas cimentadas com diferentes cimentos resinosos duais em diferentes cores e submetidas a um processo de envelhecimento por luz ultravioleta. O processo de envelhecimento influenciou significativamente a estabilidade de cor dos laminados (IPS e.max press) cimentadas com cimentos resinosos. A mudança de cor observada após o processo de envelhecimento foi em um nível clinicamente aceitável e não poderia ser detectada visualmente. Além disso, não houve diferença significativa entre os tons de cerâmica e cimentos testados em termos de longo prazo de estabilidade de cor.

Chaiyabutr et al. (2011) estudaram o efeito cumulativo da cor do núcleo dentário, das cores do cimento, e da espessura da cerâmica resultante de um CAD / CAM de vitro-cerâmica e uma coroa reforçada por dissilicato de lítio e demonstraram

que a cor do núcleo do dente subjacente, a cor do cimento, e a espessura de cerâmica influenciam a cor resultante de vitro-cerâmicas de CAD / CAM e restaurações reforçadas por dissilicato de lítio.

Alqahtani et al. (2012) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a influência de diferentes espessuras de cerâmicas e diferentes cores de cimentos resinosos no ΔE^*_{ab} final e observaram que, quanto maior a espessura de cerâmica, menor é a alteração de cor e que as diferentes cores de cimentos podem alterar essa cor final. Além disso, constataram que a cerâmica de dissilicato de lítio apresentou menor mudança de cor comparada às cerâmicas reforçadas por leucita e com vidro de fluorapatita (Alqahtani et al., 2012).

Deve-se considerar que a mudança, ou percepção de cor em laminados cerâmicos é influenciada pela distância social. A distância social é aquela em que dois indivíduos podem interagir sem um invadir o espaço íntimo do outro. Bryan et al. (2012), afirmaram que a proximidade do observador ao objeto pode modificar a imagem formada na retina e levar a uma má interpretação do objeto. Em seu estudo demonstraram que imagens fotográficas realizadas respeitando-se o espaço social denotam maior confiabilidade, atratividade e competência. Todavia, os cirurgiões dentistas trabalham em uma distância menor que o espaço pessoal, invadindo o espaço íntimo do paciente e buscam cada vez mais resultados estéticos imperceptíveis.

Para melhorar ainda mais as propriedades ópticas das cerâmicas, ou ainda para pequenas correções de cor/translucidez foram desenvolvidos cimentos resinosos com cores diferentes.

Os cimentos resinosos, quando utilizados para cimentar restaurações indiretas, têm o propósito de selar a fenda existente entre o dente e a restauração correspondente, e proporcionar a sua fixação no preparo cavitário (Campos et al., 1999). Esses cimentos são compósitos híbridos que apresentam uma fase orgânica à base de monômeros como BIS-GMA (bisfenol glicidil dimetacrilato), UEDMA (uretano dimetacrilato) e TEGDMA (trietyl glicidil dimetacrilato) e uma fase inorgânica, composta por partículas de carga unidas à matriz resinosa por meio de grupos silanos, e substâncias fotossensíveis iniciadoras de polimerização (canforoquinona). Vale ressaltar ainda que a canforoquinona apresenta cor amarela, o que pode comprometer o resultado clínico estético. Nos cimentos resinosos duais, está presente também o componente da ativação química (peróxido de benzoíla),

responsável por oferecer melhores características de polimerização (Breeding et al., 1991).

Por apresentar várias opções de cores e opacidade, este tipo de cimento é importante para os laminados cerâmicos, pois se especula que a cor do cimento pode afetar o resultado estético final, principalmente quando a cerâmica selecionada apresentar alto grau de translucidez (Sensi et al., 2007; Karaagaclioglu et al., 2008).

Dessa forma, encontramos no mercado odontológico, cerâmicas e cimentos resinosos com diferentes propriedades ópticas, com cores e translucidez variadas, e existe pouca informação na literatura sobre a capacidade de mascaramento desses sistemas e da influência da cor do cimento resinoso na cor final do conjunto faceta cerâmica e cimento.

2- OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho foi verificar a influência da cor do cimento resinoso nas características ópticas de facetas indiretas de cerâmica. Como objetivo específico, foi avaliado se: cerâmicas HT e LT apresentam diferentes graus de translucidez e cor; o uso de cimentos resinosos (A1 e A3) altera a translucidez da cerâmica; a cor do cimento resinoso altera a cor da cerâmica.

As hipóteses de nulidade do presente estudo são: (1) não existe qualquer diferença na translucidez entre cerâmicas HT e LT; (2) não existe qualquer diferença na translucidez final de cerâmicas HT e LT quando aplicada uma camada de cimento resinoso A1 ou A3; (3) não existe qualquer diferença no croma final de cerâmicas HT e LT quando aplicada uma camada de cimento resinoso A1 ou A3.

3. DESENVOLVIMENTO

Capítulo 1- INFLUENCE OF RESIN CEMENT SHADE ON THE OPTICAL PROPERTIES OF CERAMIC VENEERS

Daiana Kelly Lopes Hernandes¹, Cesar Augusto Galvão Arrais², Erick Lima³, Paulo Francisco Cesar⁴, José Augusto Rodrigues⁵

Corresponding author:

José Augusto Rodrigues

CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG

Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax: +55 11 24641758.

¹ DDS, MSc, Dental Research and Graduate Studies Division, Department of Restorative Dentistry, Guarulhos University, Guarulhos, SP, Brazil. Address: CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax: +55 11 24641758. e-mail: daiana10hernandes@gmail.com

² DDS, MSc, PhD, Dental Research and Graduate Studies Division, Department of Restorative Dentistry, Guarulhos University, Guarulhos, SP, Brazil. Address: CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax: +55 11 24641758. e-mail: cesararrais@yahoo.com.br

³ DDS, Department of Dental Materials, Faculty Dentistry – University of Sao Paulo, Brazil. Phone/Fax: +55 11 30917840. e-mail: ericklima.usp@gmail.com

⁴ DDS, MSc, PhD, Department of Dental Materials, Faculty Dentistry – University of Sao Paulo, Brazil. e-mail: paulofcesar@gmail.com

⁵ DDS, MSc, PhD, Dental Research and Graduate Studies Division, Department of Restorative Dentistry, Guarulhos University, Guarulhos, SP, Brazil. Address: CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax: +55 11 24641758. e-mail: jrodrigues@prof.ung.br or guto_jar@yahoo.com.br

INFLUENCE OF RESIN CEMENT SHADE ON THE OPTICAL PROPERTIES OF CERAMIC VENEERS

Abstract

The purpose of this in vitro study was to evaluate the influence of a resin cement layer on the optical properties of ceramic veneers. The specific objectives are to compare the effect of A1 and A3 resin cements in the translucency and shade of a low translucency (LT) and a high translucency (HT) reinforced lithium disilicate ceramic. The factors under study were "ceramic" in two levels, Low Translucence (LT - IPS e.max Press) and High Translucence (HT - IPS e.max Press); and "cement shade" in three levels A1, A3, and without cement. Five 1-mm thickness disk-shaped simulated laboratory-processed laminated veneer ceramic restorations were fabricated. The cement Variolink II, Base (A1 or A3) and catalyst (Transparent or A3, respectively) was mixed and applied, the ceramic specimen was placed over them, and photo-activated through the ceramic disc with an LED source. Color change was measured according to the CIELAB system with a standard illuminant D65 in the reflectance mode with a standard calibration tile, a white (CIE L* = 24.58, a* = 0.27, b* = 2.58) and a black (CIE-L* = 92.95, a* = -0.78, b* = 3.57) in a Spectrophotometer, operating in the range of visible light (360-740 nm), equipped with an integrating sphere. The color difference between black (B) and white (W) background readings were used for translucence evaluation: $TP = [(L^*_B - L^*_W)^2 + (a^*_B - a^*_W)^2 + (b^*_B - b^*_W)^2]^{1/2}$. The Chroma of groups were calculated by the formula $C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. The color change of ceramic after cement insertion was evaluated by ΔE^*_{ab} . The 2-way ANOVA was used in a multivariated general linear model considering the factors ceramic, cement and the interaction between them, followed by Tukey's post-hoc test. The values of TP to ceramic were: LT= 15.93^A; HT= 16.82^B and to cement were: A1= 15.78^a; A3=15.90^a; no cement = 17.46^b. The values of C^*_{ab} to ceramic were: LT= 21.93^A; HT= 18.47^B and to cement were: A1= 19.85^b; A3=21.29^a; no cement = 19.46^b. The values of ΔE^*_{ab} to ceramic were: LT= 2.0^A; HT= 2.49^B and to cement were: A1= 1.69^a; A3=2.79^b. LT ceramic showed a different shade compared to HT. A1 resin cement did not change the final chroma of LT or HT ceramics. The use of A3 resin cement changed the final chroma of LT and HT ceramics. In conclusion, depending on the resin cement shade, the resin cement layer can change the optical properties and shade of ceramic veneers regardless of the ceramic translucency.

Key-words: Resin cement, ceramics, optical properties, ceramics, laminates, translucency

Introduction

The desire for a beautiful smile has increased, and porcelain veneers have become an valuable treatment option for patients seeking better esthetics in the anterior region. Even fractured, discolored or slightly unaligned teeth also can be easily and quickly treated with veneers (Alqahtani et al., 2012).

Laminate veneers have the advantages of minimally invasive preparation requirement, biocompatibility and superior esthetic results as well. However, the final color of a ceramic restoration is influenced by opalescence, fluorescence, surface texture and shape features, porcelain brand and batches, and also by the thickness, color, translucency, and thickness of the underlying resin luting agent (Alqahtani et al., 2012; Wang et al., 2011; Blackman, 1982; Brewer et al., 1985).

Due to minimal cavity preparation to laminate veneers, some concerns about dentin discoloration arise. Discoloration may be due to pigments incorporation trauma, or also tetracycline stains. Then, the indication and thickness of a laminated veneer must be planned to mask the discolored substrate.

The thickness of restorative materials plays a crucial role in the final color of restorations as well as in the possibility of working with the ceramic opacity and translucency required to provide an optimal esthetics (Alqahtani et al., 2012). Also, besides all these esthetic concerns, laminate veneers are very thin and brittle restorations, so the success of a ceramic restoration depends primarily on the durability of the bond between the ceramic and luting agent, as well as the bonding between the luting agent and tooth structure (Alqahtani et al., 2012; Dozic et al., 2003). Even with such a challenge the clinician has to ensure acceptable aesthetic results and reliable bonding using ceramic laminates, clinical evaluations have reported 100% survival in five (Aykor, Ozel 2009) years and rates ranging from 60% to 90% up to 10 years of follow-up (Fradeani et al., 2005; Gresnigt et al., 2012).

Since veneers are thin ceramic laminates, which are attached to the tooth by resin luting cements to provide adequate bonding stability and increased fracture resistance, these cements are supplied in different shades to allow clinicians to select the proper cement shade for laminate veneers to enhance final color match (Alqahtani et al., 2012). However, the impact of cement shades on the final color of ceramic restorations remains controversial (Alqahtani et al., 2012).

Resin cements can produce perceptible color differences with particular combinations of background shades, cements, and ceramic restorations (Barath et al., 2003; Chang et al., 2009). On the other hand, some studies demonstrated that resin cements have no significant effects on the final color of IPS Empress all-ceramic material (Vichi et al., 2000; Chen et al, 2005; Azer et al, 2006). Though the selection of the porcelain shade is based on matching the shade of the adjacent teeth, the complex created by ceramic restoration, tooth structure, and resin cement layer may have an influence on the final color of the restoration (Alqahtani et al., 2012).

Since the best restoration is the one that is not perceptible to anyone, to individually fulfill patient's esthetic wishes and expectations, clinicians must know the optical properties of ceramic material and resin cements. Therefore, the purpose of this *in vitro* study was to evaluate the influence of a resin cement layer on the optical properties of ceramic veneers. The specific objectives are to compare the effect of A1- and A3-shade resin cements in the translucency and shade of a low translucency (LT) and a high translucency (HT) lithium disilicate ceramic.

The null hypotheses were:

- 1- There is no difference in the translucency between the HT and the LT ceramic.
- 2- There is no difference in the final translucency of HT and LT ceramics when a layer of A1- or A3-shade resin cement is applied to the ceramic surface.
- 3- There is no difference in the final chroma of HT and LT ceramics when a layer of A1- or A3-shade resin cement is applied to the ceramic surface.

METHODS AND MATERIALS

Experimental design

The factors under study were “ceramic” in three levels, Low Translucency (LT) and High Translucency (HT); and “cement shade” in three levels A1, A3, and without cement (table 1).

Table 1 – Brand, composition and batch number of the materials.

Product (Manufacturer)	Composition (Batch Number)	Type of material
Variolink II low viscosity shade Catalyst Transparent (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Paste of dimethacrylates, inorganic fillers, ytterbiumtrifluoride, initiators, stabilizers and pigments, Bis-GMA; TEGDMA; UDMA; benzoyl peroxide. (Base: P05721; Catalyst: P84939)	Resin luting cement
Variolink II low viscosity shade Base A1 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Paste of dimethacrylates, inorganic fillers, ytterbiumtrifluoride, initiators, stabilizers and pigments, Bis-GMA; TEGDMA; UDMA; benzoyl peroxide. (Base: P05721; Catalyst: P84939)	Resin luting cement
Variolink II low viscosity shade Base and catalyst A3 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Paste of dimethacrylates, inorganic fillers, ytterbiumtrifluoride, initiators, stabilizers and pigments, Bis-GMA; TEGDMA; UDMA; benzoyl peroxide. (Base: M24812; Catalyst: M01202)	Resin luting cement
IPS e.max Press shade LT (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , ZnO ₂ , Na ₂ O, K ₂ O, ZrO, CaO, P ₂ O ₅ , fluoride and pigments	Pressed ceramic, low glass content (lithium disilicate 70%)
IPS e.max Press shade HT (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , ZnO ₂ , Na ₂ O, K ₂ O, ZrO, CaO, P ₂ O ₅ , fluoride and pigments	Pressed ceramic, low glass content (lithium disilicate 70%)

Abbreviations: TEGDMA: triethylene glycol dimethacilate; Bis GMA: bisphenol A diglycidyl ether methacrylate; UDMA: urethane dimethacrylate

Specimen preparation

To simulate laboratory-processed laminated veneering ceramic restorations, five disk-shaped specimens were fabricated according to the manufacturer's instructions using lost-wax and heat-pressed technique from two shades of a Lithium disilicate glass-ceramic material (IPS e.max Press HT and LT n=5/each - Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). All samples were constructed in custom-made cylindrical rubber molds that were custom-made to have 15 mm in diameter and 1.0mm in thick.

The specimens were finished with 400-grit waterproof silicon carbide abrasive papers under running water until the desired thickness was confirmed with a digital micrometer (Ultra-Cal Mark III, Fowler Tools and Instruments, Sylvac, Swiss made).

Subsequently, all specimens were cleaned in an ultrasonic bath (Ultrasound Vita-Sonic II, Vita Zahnfabrik, Germany) for 5 min.

A Mylar strip was positioned in a glass plate, two adhesive tape strips (3M) were placed over the Mylar strip to act as a spacer, ensuring standard thickness for all cement. The cement Variolink II, Base (A1 or A3; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) and catalyst (A1 or A3, respectively; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) were mixed and applied, and the disk-shaped specimen was placed over them. Subsequently the samples were photo-activated through ceramic with a LED source (Radii Plus; 2000mW/cm² SDI Limited, Bayswater, Victoria, Australia) for one minute.

Determination of the optical properties

Soon after cementation, color changes were measured according to the CIELAB system with a standard illuminant D65 in the reflectance mode with standard calibration tile, a white (CIE L^{*} = 24.58, a^{*} = 0.27, b^{*} = 2.58) and a black (CIE-L^{*} = 92.95, a^{*} = -0.78, b^{*} = 3.57) in a spectrophotometer (DM-3700d Konica, Minolta, Japan), operating in the range of length of visible wavelength (λ = 360-740 nm), equipped with an integrating sphere. In this set, color was measured in three coordinate dimensions of L^{*} (lightness), a^{*} green-red (-a^{*}=green; +a^{*}=red), and b^{*} blue-yellow (-b^{*}=blue; +b^{*}=yellow).

The comparison among translucency parameters (TP) values were determined by calculating the color difference between readings over the black (B) and white (W) background for the same specimen, represented by the formula: $TP= [(L^*_B - L^*_W)^2 + (a^*_B - a^*_W)^2 + (b^*_B - b^*_W)^2]^{1/2}$. TP is defined as the color difference of a material of a given thickness over white and black backgrounds, and corresponds directly to common visual assessments. A TP value of zero corresponds to a completely opaque material and the greater the TP value the higher the actual translucency of the material (Johnston, 2009). The Chroma of groups were calculated by the formula $*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ previously established (CIE, 2004; Wang et al., 2011).

The ceramic color change after cement insertion was evaluated by ΔE^*_{ab} according to the following equation: $\Delta E^*_{ab}=[(L^*_{1}-L^*_{0})^2+(a^*_{1}-a^*_{0})^2+(b^*_{1}-b^*_{0})^2]^{1/2}$, where the subscripted 0 represents the color measured in the reflectance mode of the ceramic without cement (control) and the subscripted 1 represents the ceramic color with the respective underlying cement using a white background (CIE, 2004; Wang et

al., 2011).

Statistical analysis

The 2-way ANOVA in a multivariated general linear model was used to detect significant differences between groups, with the factors "ceramic", "cement" and the interaction between them, followed by Tukey's post-hoc test at a pre-set alpha of 5%. The data were analyzed by IBM SPSS Version 20.0.0 (IBM Corporation).

RESULTS

Two-way ANOVA showed statistically significant differences in the translucency parameters for the factors "ceramic" and "cement" ($p<0.0001$) but there was no statistically significant interaction between these factors ($p>0.05$). The translucency of HT ceramic was significantly higher than that of LT ceramic. There was no significant difference between translucency of ceramics with A1-shade resin cement and those with A3-shade cement, which in turn were significantly less translucent than the ceramics without cement (Table 2).

Table 2 - Mean of translucency parameter (TP), standard deviations and the Tukey test result for experimental groups.

	LT	HT	Average of each Cement
No cement	17.04 (0.48)	17.87 (0.46)	17.46 (1.12) b
A1	15.42 (0.27)	16.14 (0.42)	15.78 (0.75) a
A3	15.34 (0.56)	16.46 (0.77)	15.90 (0.92) a
Average of each Ceramic	15.93 (0.91) A	16.82 (0.94) B	

The means followed by different letters (upper case letters within the columns [ceramic] and lower case letters within the rows [cement]) are significantly different ($p < 0.05$).

The analysis of Chroma by two-way ANOVA showed statistically significant differences in the Chroma to the factors ceramic and cement ($p<0.0001$) but there was no statistically significant interaction between these factors ($p>0.05$). The Chroma of HT ceramic was significantly lower than that of LT ceramic, regardless of the resin cement shade. There was no significant difference between the Chroma of

ceramics with A1-shade resin cement and that of ceramics without an underlying resin cement layer. However, the presence of A3-shade resin cement layer resulted in lower Chroma than the presence of A1-shade resin cement layer or the lack of underlying resin cement (Table 3).

Table 3 - Mean of C^*_{ab} , standard deviations and the Tukey test result for experimental groups

	LT	HT	Average of each Cement
No cement	21.44 (1.25)	17.47 (0.13)	19.46 (2.25) b
A1	21.62 (0.99)	18.97 (0.98)	19.85 (1.98) b
A3	22.73 (1.20)	19.86 (0.36)	21.29 (1.73) a
Average of each Ceramic	21.93 (1.22) A	18.47 (1.08)B	

The means followed by different letters (upper case letters within the columns [ceramic] and lower case letters within the rows[cement]) are significantly different ($p < 0.05$).

Also, the 2-way ANOVA showed statistically significant differences in the color change for the factors ceramic and cement ($p < 0.0001$) but no statistically significant interaction between factors was detected ($p > 0.05$). The color change in HT ceramic was significantly higher than that observed in LT ceramic. The color change was significantly higher when A3-shade resin cement was used than when A1-shade cement was placed under the ceramics (Table 4 and Figure 1).

Table 4 – Color change after cement insertion, mean of ΔE , standard deviations and the Tukey test result.

	LT	HT	Average of each Cement
A1	1.46 (0.35)	1.93 (0.31)	1.69 (0.40) a
A3	2.55 (0.37)	3.04 (0.27)	2.79 (0.40) b
Average of each Ceramic	2.00 (0.67) A	2.49 (0.65)B	

The means followed by different letters (upper case letters within the columns [ceramic] and lower case letters within the rows [cement]) are significantly different ($p < 0.05$).

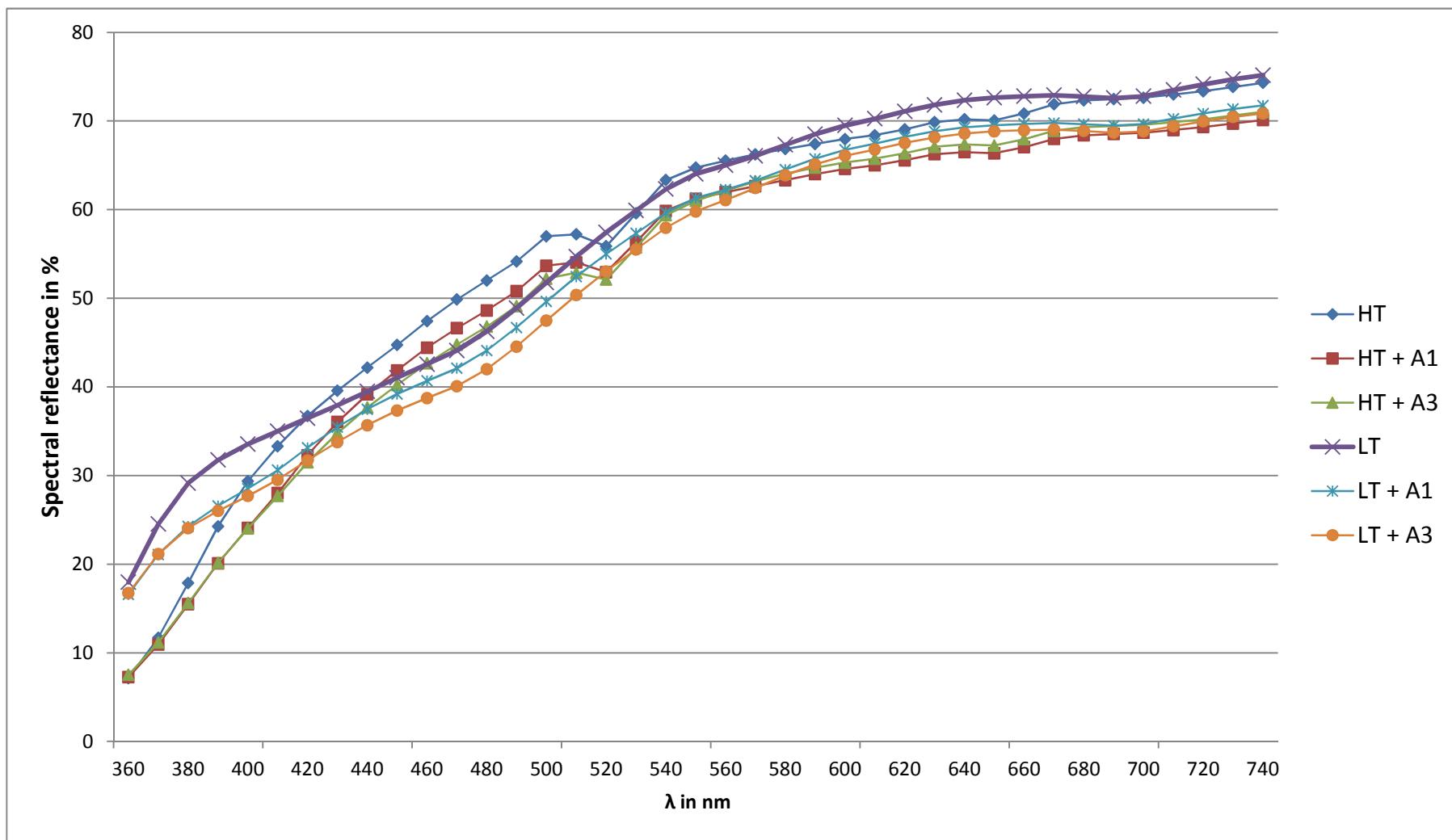


Figure 1- Spectral reflectance of experimental groups

Discussion

Differences in color can be evaluated visually or by color measurement devices. Most color measurement devices commercially available use the ΔE^*_{ab} from the Commission International d'Eclairage CIE L*a*b* color system (CIE, 2004) to determine differences or changes in color or translucency.

The translucency or opacity of a material depends on the absorption and scattering of light inside. Thus, if most of the light passing through the ceramic is intensely scattered or diffusely reflected, the material will have an opaque appearance. If only part of the light is scattered and the majority is transmitted, the material appears translucent.

Comparisons between translucency values were determined by calculating the color difference between readings over the black (B) and white (W) background. In the current study, regardless of the presence of cement, translucency of the HT ceramics was higher than that of LT ceramics. This result was expected and confirms the differences stated by manufacturer, so the first null hypothesis was rejected. The amount of absorbed, reflected, and transmitted light is determined by the optical behavior, which in turn is related to the material microstructural and morphological characteristics as well as the incident light (Zahng et al. 2004; Heffernan et al. 2002).

The microstructure may influence the crystalline content and the presence of amorphous phase and inclusions. Thus, it is known that the greater the thickness, the harder the light transmission due to the increased scattering within the material, which increase the value of contrast ratio, compromising the optical quality of restoration (Antonson; Anusavice, 2001). Thus, a ceramic infrastructure with high crystalline content can present more opacity than another with low crystalline content, even if the latter is thicker than the ceramics with high crystalline content (Brodbelt et al., 1980; Antonson; Anusavice, 2001).

In the lithium disilicate glass ceramics, the main crystalline phase consists of elongated lithium disilicate ($Li_2Si_2O_5$) crystals, building a scaffold of many small interlocking needle-like crystals that are randomly oriented and with a length ranging from 3 to 6 μm (Alqahtani et al., 2012). The second crystalline phase consists of a lower volume of lithium orthophosphate (Li_3PO_4). This structure can provide translucent material (Alqahtani et al., 2012).

According to the manufacturer, additional components of Li₂O, K₂O, MgO, ZnO₂, Al₂O₃, P₂O₅, and other oxides are also present within its composition and combined in a glass melt. Also, the color and translucency of ceramics are influenced by the refractive index difference between the particle and coping matrix and the pigments in the material, and these factors influence the diffusion and scattering of light as well (Alqahtani et al., 2012). Also, ceramic may influence the light transmission and jeopardize resin cement polymerization (REF) and final color results. Although the catalyst paste is not usually indicated to laminate cementation, to avoid the effect of this variable in this study it was used the base and catalysts pastes to assure the ideal polymerization of cements with consequent color stability.

In addition, the translucency may be defined as the relative amount of light transmission, or diffuse reflectance from a substrate surface through a turbid medium and the dental substrate may also influence the clinical results, especially if tooth preparation involves incisal edge with transparent enamel.

The second null hypothesis was also rejected; the ceramic specimens without resin cement were more translucent than the ceramic specimens with resin cement. However, no significant difference was observed in the translucence of ceramic specimens with A1- or A3-shade resin cements. Then, no differences occurred in the light transmission when these resin cements were used. This result implies that in a clinical situation the use of resin cements with different shades or theoretically with different Chroma will not solve any issue regarding ceramic translucency.

The Chroma was evaluated by the C*_{ab} parameter. This parameter corresponds to the ceramic shade independently of brightness. In this regard, LT ceramic showed significantly higher chroma when compared to HT ceramic, regardless of the use of cements with different chroma. These results also demonstrated that the A1-shade resin cement was not able to change the original chroma of the LT and HT ceramic specimens. However, the use of A3-shade resin cement changed the original chroma in both, LT and HT ceramic specimens. Thus, the third null hypothesis was partially rejected, because there were statistical significant differences in the final shade of LT and HT ceramics only when A3-shade resin cement was applied.

The total color difference is described by ΔE*_{ab}. When the consequences of placing resin cements with different shades on the color change taking into account the brightness, similar Chroma was observed to ΔE*_{ab}. The color change in the LT

ceramics was less pronounced than that observed in HT ceramics. As a matter of fact, the color change promoted by A3-shade resin cement on both ceramics was more pronounced than that promoted by A1-shade cement.

In an *in vitro* study conducted to measure the ΔE^*_{ab} values of different thicknesses of different ceramic materials over different shades of resin luting cement indicated that the use of different shades of resin cement affected the ΔE^*_{ab} values of ceramic specimens. Also the mean ΔE^*_{ab} values for lithium disilicate glass-ceramic was lower than that of a leucite-reinforced glass-ceramic material and a fluorapatite glass-ceramic (Alqahtani et al., 2012).

Although, the ability to generate an excellent color match between restorations and teeth is critical to esthetic success, most times patient's perception is not capable of detecting small differences in shade as clinicians' perception are (Wang et al. 2011). Three dimensional objects produce on the retina a two-dimensional image via perspective projection (Bryan et al., 2012). The image varies with distance from the center of projection, even when equated for size, the nose looks relatively larger and the ears smaller as the distance decreases. Such differences may be modeled as a distance-dependent image warp or distortion. Bryan et al., 2012, showed that faces photographed from within personal space elicited lower monetary investments and lower rates of trustworthiness, attractiveness and competence than photographed faces from outside of personal space.

The color changes were measured in ideal conditions by a spectrophotometer, so such subtle differences could be barely detected by an human eye. In addition, several studies have shown that color differences greater than one unit ($\Delta E^*_{ab}>1$) can be visually perceived by only 50% of human observers (Seghi et al., 1989; Seghi et al., 1990; Canay et al., 2003, while the general population can distinguish differences in color only when ΔE^*_{ab} values are higher than 3.3. Also, Seghi et al (1989) observed *in vitro* that color differences of monochromatic porcelain specimens may be correctly judged by 100% of observers with ΔE threshold of 2.0.

However, in the clinical situation, the threshold ΔE may be higher than it is *in vitro*. According to Douglas et al. (2007), 50% of the dentist observers could perceive a color difference of $\Delta E=2.6$. Johnston, Kao (1989), the average color difference between compared teeth rated as match in oral environment presents a $\Delta E =3.7$. Also, Paris et al. (2013) used the threshold $\Delta E< 3.7$ to consider their results clinically not differentiable. Therefore, the color changes observed in the present study are

within this threshold, so the differences caused by cements would not be detected in the oral environment. This way, although it should be expected that the use of A1- or A3-shade resin cements can cause differences in the final shade of the laminated veneer, the differences noted in the current study were in the order of a ΔE^*_{ab} = 1.5 to 3.0, so such a change should not be considered clinically significant (Ruyter et al., 1987; O'Brien et al., 1991, Paris et al., 2013). This way, the limits between perceptibility and acceptability must be distinguish (Johnston, 2009).

Over the last years, laminated veneers have increased attention as an important esthetic appeal to achieve a beautiful and harmonious white smile. Based on the current results, to achieve such optimal aesthetic results, clinicians must be aware of not only the optical properties of ceramics, but also know the effects of the underlying resin cement layer on their optical properties. Once this study demonstrated that the use of different cement shades of resin cement may alter the translucence and chroma of ceramics, care should be taken when choosing the resin cement shade, mainly when high translucent ceramic laminates are associated with resin cements with high chroma values.

Conclusion

Within the limits of this study, it can be concluded that since HT ceramic are more translucent than LT ceramic and the use of resin cements may change the final ceramic translucency, chroma, and shade. Although this difference may not be clinically differentiable, care must be taken in the selection of cement shade to achieve the best final results.

References

- 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.
- Antonson SA, Anusavice KJ. Contrast ratio of veneering and core ceramics as a function of thickness. Int J Prosthodont. 2001 Jul-Aug;14(4):316-20.
- Aykor A, Ozel E. Five-year clinical evaluation of 300 teeth restored with porcelain laminate veneers using total-etch and a modified self-etch adhesive system. Oper Dent. 2009 Sep-Oct;34(5):516-23. doi: 10.2341/08-038-C.

- 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
- 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.
- Blackman RB. Ceramic shade prescriptions for work authorizations. *J Prosthet Dent.* 1982 Jan;47(1):28-35
- Brewer JD, Akers CK, Garlapo DA, Sorensen SE. Spectrometric analysis of the influence of metal substrates on the color of metal-ceramic restorations. *J Dent Res.* 1985 Jan;64(1):74-7.
- Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res.* 1980 Jan;59(1):70-5.
- Bryan R, Perona P, Adolphs R. Perspective distortion from interpersonal distance is an implicit visual cue for social judgments of faces. 2012;7(9):e45301. doi: 10.1371/journal.pone.0045301.
- Canay S, Cehreli MC. The effect of current bleaching agentes on the color of light-polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent.* 2003 May;89(5):474-8.
- Chang J, Da Silva JD, Sakai M, Kristiansen J, Ishikawa- Nagai S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *J Dent.* 2009 Dec;37(12):937-43. doi: 10.1016/j.jdent.2009.07.009.
- Chen JH, Shi CX, Wang M, Zhao SJ, Wang H. Clinical evaluation of 546 tetracycline-stained teeth treated with porcelain laminate veneers. *J Dent.* 2005 Jan;33(1):3-8.
- Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Colorimetry. Technical report. CIE publication no.15. 3rd ed. Vienna, Austria: Bureau Central de la CIE; 2004.
- Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent.* 2007 Apr;97(4):200-8.
- 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.
- Fradeani M, Redemagni M, Corrado M, Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation--a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2005 Feb;25(1):9-17.
- Gresnigt MM, Kalk W, Ozcan M. Clinical longevity of ceramic laminate veneers bonded to teeth with and without existing composite restorations up to 40 months. *Clin Oral Investig.* 2012 Jul 21.
- 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.
- Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res.* 1989 May;68(5):819-22.
- Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent.* 2009;37 Suppl 1:e2-6. doi: 10.1016/j.jdent.2009.03.011. Epub 2009 Apr 29.
- O'Brien WJ, Boenke KM, Groh CL. Coverage errors of two shade guides. *Int J Prosthodont.* 1991 Jan-Feb;4(1):45-50.
- Paris S, Schwendicke F, Keltsch J, Dörfer C, Meyer-Lueckel H. Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent.* 2013 Apr 11. doi:pii: S0300-5712(13)00094-8. 10.1016/j.jdent.2013.04.003.
- 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.
- Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res.* 1989 Dec;68(12):1760-4.
- Seghi RR, Gritz MD, Kim J. Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. *Dent Mater.* 1990 Apr;6(2):133-7.
- Wang H, Xiong F, ZhenhuaL. Influence of varied surface texture of dentin porcelain on optical properties of porcelain specimens. *J Prosthet Dent.* 2011 Apr;105(4):242-8.

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.

Zhang, Y.; Li, B.; Rao, P.; Lü, M.; Wu, J. Seeded Crystallization of Leucite. *J. Am. Ceram. Soc.* 2007; 90(5): 1615-1618.

4- CONCLUSÕES

Em função da metodologia empregada no artigo redigido para publicação, pode-se rejeitar as hipóteses nulas e concluir que:

1. Cerâmicas HT são mais translúcidas do que cerâmicas LT.
2. O uso de cimentos resinosos reduz a translucência final da cerâmica.
3. A cerâmica LT mostrou um tom diferente em relação à HT.
4. O uso do cimento resinoso A1 não altera à cor final da cerâmica LT ou HT.
5. O uso de cimento resinoso A3 altera a cor final da cerâmica LT e HT.

Dessa forma, como o uso de diferentes cores de cimento pode alterar a translucidez, croma e resultar em diferenças na cor final do conjunto cerâmica/cimento, a seleção da cor do cimento deve ser realizada com cautela, pois pode ser perceptível clinicamente.

5- REFERÊNCIAS

- 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.
- Antonson SA, Anusavice KJ. Contrast ratio of veneering and core ceramics as a function of thickness. *Int Int J Prosthodont.* 2001 Jul-Aug;14(4):316-20.
- Borges GA, Spohr AM, Shinkai RSA, Sobrinho LC. Cerâmicas hidrotérmicas: o que são? *Revista Odonto Ciência* 2003, 18 (39): 51-54.
- Breeding LC, Dixon LD, Caughman F. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. *J Prosth Dent.* 1991 Apr, 65(4): 512-8.
- Bryan R, Perona P, Adolphs R. Perspective distortion from interpersonal distance is an implicit visual cue for social judgments of faces. 2012;7(9):e45301. doi: 10.1371/journal.pone.0045301. Epub 2012 Sep 21.
- Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res.* 1980 Jan;59(1):70-5.
- Campos T.N, Mori M, Henmi AT, Saito T. Infiltração marginal de agentes cimentantes em coroas metálicas fundidas. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo.* 1999; 13(4): 357-362.
- 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. doi: 10.1016/S0022-3913(11)60004-8.
- Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Colorimetry. Technical report. CIE publication no.15. 3rd ed. Vienna, Austria: Bureau Central de la CIE; 2004.
- Correr Sobrinho L, Borges GA, Sinhoreti MAC, Consani S. Materiais Cerâmicos. In: Miyashita E, Fonseca AS. Odontologia Estética: o estado da arte. São Paulo: Artes Médicas; 2004.p.155-180.
- Crisp S, Abel G, Wilson AD. The quantitative measurement of the opacity of aesthetic dental filling materials. *J Am Dent Assoc.* 1979; 58:1585-96.

- Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation-a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2005 Feb;25(1):9-17.
- Fradeani, M., Barducci. Prosthetic treatment. A systematic approach to esthetic, biologic, and functional integration. Quintessence Publish Co, Chicago.2008; 600p.
- Giordano R, McLaren EA. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compend Contin Educ Dent.* 2010 Nov-Dec;31(9):682-4, 686, 688 passim; quiz 698, 700.
- 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.
- Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent.* 2009;37 Suppl 1:e2-6. doi: 10.1016/j.jdent.2009.03.011.
- 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.
- Massing NG, Bellato LB, Magagnin C, Silva, SBA Da. Busato ALS & Barbosa AN. Facetas estéticas em porcelana. *Revista Ibero Americana de Odontologia Estética & Dentística,* 2006; 5(18):136-141.
- Molin MK, Karlsson SL.. Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based Denzir 3-unit FPDs. *Int J Prosthodont.* 2008 May-Jun;21(3):223-7.
- O'Brien WJ, Kay KS, Boenke KM, Groh CL. Sources of color variation on firing porcelain. *Dent Mater.* 1991 Jul;7(3):170-3.
- Ozturk O, Uludag B, Usumez A, Sahin V, Celik G. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two all-ceramic systems. *J Prosthet Dent.* 2008 Aug;100(2):99-106. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60156-0.
- Sensi L, Baratieri LN, Monteiro S Jr. Cimentos Resinosos. In: Kina S, Bruguera A. Invisível: Restaurações estéticas cerâmicas. 1^a ed. Maringá: Dental Press; 2007:303-19.

- Simonsen, R.J. & Calamia, J.R. Tensile bond strength of etched porcelain. *J. Dent. Res.*, p. 1.154, Mar 1987.
- Turgut S, Bagis B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *J Dent.* 2011 Dec;39 Suppl 3:e57-64. doi: 10.1016/j.jdent.2011.11.006.
- Uludag B, Usumez A, Sahin V, Eser K, Ercoban E. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of ceramic systems: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2007 Jan;97(1):25-31.
- Valenti M, Valenti A. Retrospective survival analysis of 261 lithium disilicate crowns in a private general practice. *Quintessence Int.* 2009 Jul-Aug;40(7):573-9.
- Villarroel, M. J. Óptica dos materiais restauradores. Congresso Internacional de Odontologia de Ponta Grossa, 15., 2004, Ponta Grossa. Anais do Congresso de Ponta Grossa: ABO, 2004. p. 81.
- Wang H, Xiong F, ZhenhuaL. Influence of varied surface texture of dentin porcelain on optical properties of porcelain specimens. *J Prosthet Dent.* 2011 Apr;105(4):242-8.
- Zhang Y, Griggs JA, Benham AW. Influence of powder/liquid mixing ratio on porosity and translucency of dental porcelains. *J Prosthet Dent.* 2004 Feb;91(2):128-35.

Anexo 1 – Saídas da análise estatística

Translucence Parameter - General Linear Model

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
CERAMICA	1,00E+000	LT	15
	2,00E+000	HT	15
	1,00E+000	A1	10
CIMENTO	2,00E+000	A3	10
	3,00E+000	SEM CIM	10

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^d
Intercept	Pillai's Trace	,999	15560,974 ^b	2,000	23,000	,000	31121,949	1,000
	Wilks' Lambda	,001	15560,974 ^b	2,000	23,000	,000	31121,949	1,000
	Hotelling's Trace	1353,128	15560,974 ^b	2,000	23,000	,000	31121,949	1,000
CERAMICA	Roy's Largest Root	1353,128	15560,974 ^b	2,000	23,000	,000	31121,949	1,000
	Pillai's Trace	,493	11,186 ^b	2,000	23,000	,000	22,373	,983
	Wilks' Lambda	,507	11,186 ^b	2,000	23,000	,000	22,373	,983
CIMENTO	Hotelling's Trace	,973	11,186 ^b	2,000	23,000	,000	22,373	,983
	Roy's Largest Root	,973	11,186 ^b	2,000	23,000	,000	22,373	,983
	Pillai's Trace	,740	7,052	4,000	48,000	,000	28,208	,991
CERAMICA *	Wilks' Lambda	,260	11,066 ^b	4,000	46,000	,000	44,263	1,000
	Hotelling's Trace	2,850	15,677	4,000	44,000	,000	62,708	1,000
	Roy's Largest Root	2,850	34,204 ^c	2,000	24,000	,000	68,409	1,000
CIMENTO	Pillai's Trace	,031	,192	4,000	48,000	,942	,767	,087
	Wilks' Lambda	,969	,185 ^b	4,000	46,000	,945	,741	,086
	Hotelling's Trace	,032	,179	4,000	44,000	,948	,714	,084
CERAMICA * CIMENTO	Roy's Largest Root	,032	,390 ^c	2,000	24,000	,682	,779	,106

a. Design: Intercept + CERAMICA + CIMENTO + CERAMICA * CIMENTO

b. Exact statistic

c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

d. Computed using alpha =

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^c
Corrected Model	Translucence	23,618 ^a	5	4,724	17,612	,000	88,062	1,000
	AMOSTRA	,000 ^b	5	,000	,000	1,000	,000	,050
Intercept	Translucence	8047,494	1	8047,494	30006,317	,000	30006,317	1,000
	AMOSTRA	270,000	1	270,000	108,000	,000	108,000	1,000
CERAMICA	Translucence	5,959	1	5,959	22,217	,000	22,217	,995
	AMOSTRA	,000	1	,000	,000	1,000	,000	,050
CIMENTO	Translucence	17,460	2	8,730	32,551	,000	65,103	1,000
	AMOSTRA	,000	2	,000	,000	1,000	,000	,050
CERAMICA *	Translucence	,199	2	,099	,371	,694	,741	,103
	AMOSTRA	,000	2	,000	,000	1,000	,000	,050
CIMENTO	Translucence	6,437	24	,268				
	AMOSTRA	60,000	24	2,500				
Error	Translucence	8077,548	30					
	AMOSTRA	330,000	30					
Total	Translucence	30,054	29					
	AMOSTRA	60,000	29					
Corrected Total	Translucence							
	AMOSTRA							

a. R Squared = ,786 (Adjusted R Squared = ,741)

b. R Squared = ,000 (Adjusted R Squared = ,208)

c. Computed using alpha =

Estimated Marginal Means**1. Grand Mean**

Dependent Variable	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Translucence	16,378	,095	16,183	16,573
AMOSTRA	3,000	,289	2,404	3,596

2. CERAMICA

Dependent Variable	CERAMICA	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Translucence	LT	15,933	,134	15,657	16,209
	HT	16,824	,134	16,548	17,100
	LT	3,000	,408	2,157	3,843
	HT	3,000	,408	2,157	3,843

3. CIMENTO

Dependent Variable	CIMENTO	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Translucence	A1	15,780	,164	15,442	16,118
	A3	15,900	,164	15,562	16,238
	SEM CIM	17,455	,164	17,117	17,793
	A1	3,000	,500	1,968	4,032
	A3	3,000	,500	1,968	4,032
	SEM CIM	3,000	,500	1,968	4,032

4. CERAMICA * CIMENTO

Dependent Variable	CERAMICA	CIMENTO	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Translucence	LT	A1	15,418	,232	14,940	15,896
		A3	15,344	,232	14,866	15,822
		SEM CIM	17,036	,232	16,558	17,514
	HT	A1	16,142	,232	15,664	16,620
		A3	16,456	,232	15,978	16,934
		SEM CIM	17,874	,232	17,396	18,352
AMOSTRA	LT	A1	3,000	,707	1,541	4,459
		A3	3,000	,707	1,541	4,459
		SEM CIM	3,000	,707	1,541	4,459
	HT	A1	3,000	,707	1,541	4,459
		A3	3,000	,707	1,541	4,459
		SEM CIM	3,000	,707	1,541	4,459

Color change - General Linear Model**Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
CERAMICA	1,00E+000	LT	10
	2,00E+000	HT	10
CIMENTO	1,00E+000	A1	10
	2,00E+000	A3	10

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^c
Intercept	Pillai's Trace	,983	442,400 ^b	2,000	15,000	,000	884,801	1,000
	Wilks' Lambda	,017	442,400 ^b	2,000	15,000	,000	884,801	1,000
	Hotelling's Trace	58,987	442,400 ^b	2,000	15,000	,000	884,801	1,000
CERAMICA	Roy's Largest Root	58,987	442,400 ^b	2,000	15,000	,000	884,801	1,000
	Pillai's Trace	,411	5,235 ^b	2,000	15,000	,019	10,470	,746
	Wilks' Lambda	,589	5,235 ^b	2,000	15,000	,019	10,470	,746
CIMENTO	Hotelling's Trace	,698	5,235 ^b	2,000	15,000	,019	10,470	,746
	Roy's Largest Root	,698	5,235 ^b	2,000	15,000	,019	10,470	,746
	Pillai's Trace	,782	26,951 ^b	2,000	15,000	,000	53,902	1,000
CERAMICA * CIMENTO	Wilks' Lambda	,218	26,951 ^b	2,000	15,000	,000	53,902	1,000
	Hotelling's Trace	3,593	26,951 ^b	2,000	15,000	,000	53,902	1,000
	Roy's Largest Root	3,593	26,951 ^b	2,000	15,000	,000	53,902	1,000
CERAMICA * CIMENTO	Pillai's Trace	,000	,002 ^b	2,000	15,000	,998	,003	,050
	Wilks' Lambda	1,000	,002 ^b	2,000	15,000	,998	,003	,050
	Hotelling's Trace	,000	,002 ^b	2,000	15,000	,998	,003	,050
	Roy's Largest Root	,000	,002 ^b	2,000	15,000	,998	,003	,050

a. Design: Intercept + CERAMICA + CIMENTO + CERAMICA * CIMENTO

b. Exact statistic

c. Computed using alpha =

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^c
Corrected Model	Mudança de cor	7,225 ^a	3	2,408	22,266	,000	66,797	1,000
	AMOSTRA	,000 ^b	3	,000	,000	1,000	,000	,050
Intercept	Mudança de cor	100,758	1	100,758	931,557	,000	931,557	1,000
	AMOSTRA	180,000	1	180,000	72,000	,000	72,000	1,000
CERAMICA	Mudança de cor	1,175	1	1,175	10,864	,005	10,864	,871
	AMOSTRA	,000	1	,000	,000	1,000	,000	,050
CIMENTO	Mudança de cor	6,049	1	6,049	55,930	,000	55,930	1,000
	AMOSTRA	,000	1	,000	,000	1,000	,000	,050
CERAMICA * CIMENTO	Mudança de cor	,000	1	,000	,003	,956	,003	,050
	AMOSTRA	,000	1	,000	,000	1,000	,000	,050
Error	Mudança de cor	1,731	16	,108				
	AMOSTRA	40,000	16	2,500				
Total	Mudança de cor	109,713	20					
	AMOSTRA	220,000	20					
Corrected Total	Mudança de cor	8,955	19					
	AMOSTRA	40,000	19					

a. R Squared = ,807 (Adjusted R Squared = ,771)

b. R Squared = ,000 (Adjusted R Squared = -,188)

c. Computed using alpha =

Estimated Marginal Means**1. Grand Mean**

Dependent Variable	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Mudança de cor	2,245	,074	2,089	2,400
AMOSTRA	3,000	,354	2,251	3,749

2. CERAMICA

Dependent Variable	CERAMICA	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Mudança de cor	LT	2,002	,104	1,782	2,223
	HT	2,487	,104	2,266	2,707
	LT	3,000	,500	1,940	4,060
AMOSTRA	HT	3,000	,500	1,940	4,060

3. CIMENTO

Dependent Variable	CIMENTO	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Mudança de cor	A1	1,695	,104	1,474	1,915
	A3	2,794	,104	2,574	3,015
	A1	3,000	,500	1,940	4,060
AMOSTRA	A3	3,000	,500	1,940	4,060

4. CERAMICA * CIMENTO

Dependent Variable	CERAMICA	CIMENTO	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Mudança de cor	LT	A1	1,456	,147	1,144	1,768
		A3	2,548	,147	2,236	2,860
	HT	A1	1,933	,147	1,621	2,245
		A3	3,041	,147	2,729	3,353
	AMOSTRA	LT	3,000	,707	1,501	4,499
		A3	3,000	,707	1,501	4,499
AMOSTRA	HT	A1	3,000	,707	1,501	4,499
		A3	3,000	,707	1,501	4,499

CHROMA - General Linear Model

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
CERAMICA	1,00E+000	LT	15
	2,00E+000	HT	15
	1,00E+000	A1	10
CIMENTO	2,00E+000	A3	10
	3,00E+000	SEM CIM	10

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^d
Intercept	Pillai's Trace	,999	10102,145 ^b	2,000	23,000	,000	20204,290	1,000
	Wilks' Lambda	,001	10102,145 ^b	2,000	23,000	,000	20204,290	1,000
	Hotelling's Trace	878,447	10102,145 ^b	2,000	23,000	,000	20204,290	1,000
	Roy's Largest Root	878,447	10102,145 ^b	2,000	23,000	,000	20204,290	1,000
CERAMICA	Pillai's Trace	,874	79,527 ^b	2,000	23,000	,000	159,054	1,000
	Wilks' Lambda	,126	79,527 ^b	2,000	23,000	,000	159,054	1,000
	Hotelling's Trace	6,915	79,527 ^b	2,000	23,000	,000	159,054	1,000
	Roy's Largest Root	6,915	79,527 ^b	2,000	23,000	,000	159,054	1,000
CIMENTO	Pillai's Trace	,591	5,034	4,000	48,000	,002	20,135	,946
	Wilks' Lambda	,409	6,483 ^b	4,000	46,000	,000	25,930	,984
	Hotelling's Trace	1,445	7,948	4,000	44,000	,000	31,794	,996
	Roy's Largest Root	1,445	17,342 ^c	2,000	24,000	,000	34,684	,999
CERAMICA *	Pillai's Trace	,107	,678	4,000	48,000	,610	2,714	,205
	Wilks' Lambda	,893	,670 ^b	4,000	46,000	,616	2,679	,202
	Hotelling's Trace	,120	,659	4,000	44,000	,624	2,637	,198
CIMENTO	Roy's Largest Root	,120	1,438 ^c	2,000	24,000	,257	2,876	,277

a. Design: Intercept + CERAMICA + CIMENTO + CERAMICA * CIMENTO

b. Exact statistic

c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

d. Computed using alpha =

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^c
Corrected Model	CHROMA	109,979 ^a	5	21,996	31,349	,000	156,744	1,000
	AMOSTRA	,000 ^b	5	,000	,000	1,000	,000	,050
Intercept	CHROMA	12239,988	1	12239,988	17444,578	,000	17444,578	1,000
	AMOSTRA	270,000	1	270,000	108,000	,000	108,000	1,000
CERAMICA	CHROMA	89,683	1	89,683	127,818	,000	127,818	1,000
	AMOSTRA	,000	1	,000	,000	1,000	,000	,050
CIMENTO	CHROMA	18,742	2	9,371	13,356	,000	26,711	,994
	AMOSTRA	,000	2	,000	,000	1,000	,000	,050
CERAMICA *	CHROMA	1,554	2	,777	1,108	,347	2,215	,221
	AMOSTRA	,000	2	,000	,000	1,000	,000	,050
Error	CHROMA	16,840	24	,702				
	AMOSTRA	60,000	24	2,500				
Total	CHROMA	12366,807	30					
	AMOSTRA	330,000	30					
Corrected Total	CHROMA	126,819	29					
	AMOSTRA	60,000	29					

a. R Squared = ,867 (Adjusted R Squared = ,840)

b. R Squared = ,000 (Adjusted R Squared = -,208)

c. Computed using alpha =

Estimated Marginal Means
1. Grand Mean

Dependent Variable	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
CHROMA	20,199	,153	19,883	20,515
AMOSTRA	3,000	,289	2,404	3,596

2. CERAMICA

Dependent Variable	CERAMICA	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
CHROMA	LT	21,928	,216	21,482	22,374
	HT	18,470	,216	18,024	18,916
AMOSTRA	LT	3,000	,408	2,157	3,843
	HT	3,000	,408	2,157	3,843

3. CIMENTO

Dependent Variable	CIMENTO	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
CHROMA	A1	19,846	,265	19,299	20,393
	A3	21,294	,265	20,747	21,841
	SEM CIM	19,457	,265	18,910	20,004
AMOSTRA	A1	3,000	,500	1,968	4,032
	A3	3,000	,500	1,968	4,032
	SEM CIM	3,000	,500	1,968	4,032

4. CERAMICA * CIMENTO

Dependent Variable	CERAMICA	CIMENTO	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
CHROMA	LT	A1	21,616	,375	20,843	22,389
		A3	22,726	,375	21,953	23,499
		SEM CIM	21,442	,375	20,669	22,215
	HT	A1	18,076	,375	17,303	18,849
		A3	19,862	,375	19,089	20,635
		SEM CIM	17,472	,375	16,699	18,245
AMOSTRA	LT	A1	3,000	,707	1,541	4,459
		A3	3,000	,707	1,541	4,459
		SEM CIM	3,000	,707	1,541	4,459
	HT	A1	3,000	,707	1,541	4,459
		A3	3,000	,707	1,541	4,459
		SEM CIM	3,000	,707	1,541	4,459