

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ODONTOLÓGICAS**

**EFEITO DA ESPESSURA DA CERÂMICA DE
INFRAESTRUTURA E COBERTURA DE UM SISTEMA
A BASE DE DISSILICATO DE LÍTIO NA SUA COR E
OPACIDADE**

DISSERTAÇÃO

Rodrigo Salbego Bueno

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

**EFEITO DA ESPESSURA DA CERÂMICA DE
INFRAESTRUTURA E COBERTURA DE UM SISTEMA A
BASE DE DISSILICATO DE LÍTIO NA SUA COR E
OPACIDADE**

Rodrigo Salbego Bueno

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia com ênfase em Prótese Dentária, da Universidade Federal de Santa Maria/RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Odontológicas.**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leticia Borges Jacques
Co-orientador: Prof. Dr. André Mallmann

Santa Maria, RS, Brasil.
2013

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas
Mestrado em Ciências Odontológicas**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado.

**EFEITO DA ESPESSURA DA CERÂMICA DE INFRAESTRUTURA E
COBERTURA DE UM SISTEMA A BASE DE DISSILICATO DE LÍTIO
NA SUA COR E OPACIDADE**

elaborada por
Rodrigo Salbego Bueno

como requisito para obtenção do grau de
Mestre em Ciências Odontológicas

Comissão Examinadora

Letícia Borges Jacques, Prof^a. Dr^a. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

André Mallmann, Prof. Dr. (UFSM)
(Co-orientador)

Claudio Figueiró, Prof. Dr. (UFSM)

Luciana Mayumi Hirakata, Profa. Dra. (PUC-RS)

Santa Maria, 28 de Agosto de 2013

Dedico este Trabalho

*À minha amada esposa **Magáli Beck Guimarães**, maior incentivadora e apoiadora de minha jornada acadêmica, sem a qual eu nunca teria chegado até aqui.*

Agradecimentos

À Deus, por estar sempre ao meu lado.

Aos meus pais, Cirlei de Lourdes Salbego Bueno e José Luiz Rosa Bueno, pelo amor e apoio incondicional e irrestrito.

Ao Curso de Mestrado em Ciências Odontológicas da Universidade Federal de Santa Maria por ter me aceito como aluno.

Aos Professores Letícia Borges Jacques e André Mallmann, por terem aceitado o desafio de me orientar.

Ao Professor João Flávio, pelas orientações e disponibilidade.

As Professoras Raquel Rocha e Beatriz Unfer, pela dedicação em transmitir seu conhecimento.

Ao meu colega Fernando Zurlo Dellazzana, pela presença e incentivo sempre constantes, mas principalmente por sua amizade, que considero minha maior conquista nesses dois anos de curso.

Ao Exército Brasileiro pelo suporte.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas

Universidade Federal de Santa Maria

EFEITO DA ESPESSURA DA CERÂMICA DE INFRAESTRUTURA E COBERTURA DE UM SISTEMA A BASE DE DISSILICATO DE LÍTIO NA SUA COR E OPACIDADE

AUTOR: RODRIGO SALBEGO BUENO

ORIENTADORA: LETÍCIA BORGES JACQUES

CO-ORIENTADOR: ANDRÉ MALLMANN

Local e Data: Santa Maria, 28 de Agosto de 2013.

O objetivo deste estudo foi determinar a influência da variação de espessura da cerâmica de infraestrutura e cobertura, de um sistema cerâmico a base de dissilicato de lítio, em sua cor e opacidade. A amostra consistiu de 12 corpos de prova (cps), confeccionados em forma de disco, com 12 mm de diâmetro e 4mm de espessura (2mm de cerâmica de infraestrutura e 2mm de cobertura). Desgastes sequenciais de 0,5mm foram realizados nos cps, primeiramente na cerâmica de infraestrutura e posteriormente na de cobertura até a espessura final total de 1,0mm (0,5mm de infraestrutura e 0,5mm de cobertura). Os parâmetros L^* , a^* e b^* do sistema CIEL*a*b* e o Percentual de Opacidade (Op) foram medidos por um espectrofotômetro no período inicial e após cada desgaste. A variação do Percentual de Opacidade (ΔOp) e a variação de cor (ΔE) entre os grupos foram obtidos. Os dados foram tabulados e analisados com nível de significância de 5%. Todos os parâmetros avaliados apresentaram diferença média significativa entre os grupos. O Op diminuiu com a espessura cerâmica, apresentando maiores variações nos grupos correspondentes a cerâmica de cobertura. O ΔE entre os grupos mostrou-se maior quando comparamos os grupos de menor espessura cerâmica. Além disso, ΔOp apresentou-se diretamente proporcional a ΔE . Concluiu-se que a cor e a opacidade são influenciadas pela variação de espessura do sistema cerâmico testado. O Percentual de Opacidade foi mais dependente da cerâmica de cobertura do que da de infraestrutura. A variação de opacidade está correlacionada com a variação de cor.

Palavras chaves: Cerâmicas. Porcelana odontológica. Cor. Estética Dentária.

RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the influence of substrate and veneer ceramic thickness variation, of a lithium disilicate all ceramic system, in its color and opacity. The sample was composed by of 12 specimens, disc shaped, with 12mm in diameter and 4mm in thickness (2mm of substrate ceramic and 2mm of veneer ceramic). Sequential wear of 0,5mm were performed in each specimen, initially in the substrate ceramic and subsequently in the veneer ceramic, upto 1.0mm of total final thickness (0,5mm of substrate and 0,5mm of veneer ceramic). The L*, a* and b* parameters of the CIELab system and the opacity percentage (Op) were measured using an spectrophotometer at base line and after each wear. The opacity percentage variation (ΔOp) and color variation (ΔE) among groups were obtained. Data were tabulated and analysed at 5% significance level. All the evaluated color parameters showed significant difference among groups. OP decreased with ceramic decreasing thickness, with greater changes in the veneer ceramic groups. ΔE was higher when comparing groups with lower ceramic thickness. Furthermore, ΔOP was directly proportional to ΔE . It could be concluded that color and opacity are influenced by the thickness variation of the all ceramic system tested. The opacity percentage was more dependent of the veneer ceramic than the substrate ceramic. The opacity variation is correlated to color variation.

Keywords: Ceramics. Dental Porcelain. Color. Esthetics, Dental.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
ARTIGO	12
Pagina do Título	13
Resumo	14
1. Introdução	15
2. Materiais e Métodos	17
2.1.Amostra	17
2.2. Confeção dos corpos de prova	18
2.3. Formação dos grupos de estudo	19
2.4. Leitura dos corpos de prova	20
2.5. Análise estatística	21
3. Resultados	22
4. Discussão	25
5. Conclusão	28
6. Declaração de Conflito de Interesse	28
7. Agradecimentos	28
8. Referências	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXOS	38

INTRODUÇÃO

Em Odontologia Restauradora, quando a estrutura coronária de um dente é perdida parcial ou totalmente, uma forma de reabilitar estética e funcionalmente o paciente é através de próteses parciais fixas. Até os dias atuais, tais próteses, em sua maioria, compreendem coroas metalocerâmicas, as quais são compostas por basicamente dois materiais odontológicos: 1) uma liga metálica como infra-estrutura, que conferia resistência à restauração e 2) uma cobertura de material cerâmico, o qual proporcionava beleza ao conjunto (SHILLINGBURG et al, 2007). Contudo a presença do metal na infraestrutura serve como uma barreira para a transmissão de luz, dando às coroas metalocerâmicas um aspecto estético desfavorável (CAROSSA et al, 2001).

O desenvolvimento de materiais restauradores cerâmicos com alta resistência levou a sua aplicação como substitutos das ligas metálicas em prótese parcial fixa, respondendo ao apelo estético tanto de profissionais quanto de pacientes (MCLAREN et al, 2003). As restaurações de cerâmica pura sem infraestrutura de metal permitem maior transmissão da luz dentro do material, melhorando, assim, sua cor e translucidez. Porém, mesmo com uma grande quantidade de materiais cerâmicos disponíveis no mercado odontológico, nem sempre é fácil alcançar a excelência estética, e reproduzir a dentição natural remanescente continua sendo um desafio (WEE, MONAGHAN e JOHNSTON, 2002).

A quantidade de luz que é absorvida, refletida ou transmitida depende da natureza química da cerâmica, da quantidade de cristais dentro do núcleo da matriz cerâmica e do tamanho das partículas comparadas com o comprimento de onda da luz incidente (HEFFERNAN et al, 2002a). A fim de aumentar a resistência da cerâmica, aumenta-se o conteúdo cristalino, o que resulta em maior opacidade e, por conseqüência, prejuízo estético (KELLY et al, 1996; HEFFERNAN et al, 2002a; SHIRAIISHI et al, 2011). Assim, a maioria dos sistemas totalmente cerâmicos atuais requerem a combinação de duas camadas de material cerâmico: uma mais resistente de infraestrutura e outra mais estética de cobertura (ISGRÒ et al, 2003), que, com diferentes opacidades, cores e espessuras irão favorecer o alcance de um resultado restaurador mais próximo de uma aparência natural (DOZIC et al, 2003).

Neste contexto, sabe-se que a composição final da cor nas restaurações protéticas, bem como a translucidez, são influenciadas tanto pelo material de infraestrutura quanto de cobertura (SHOKRY et al, 2006; HEFFERNAN et al, 2002a; HEFFERNAN et al, 2002b), mas também pela espessura e cor do agente cimentante e pela cor da estrutura dentária subjacente (BARATH, 2003; CHAIYABUTR et al, 2011). Assim, para atingir uma aparência natural da restauração cerâmica, é necessário incorporar camadas de cerâmica de diferentes opacidades, tonalidades e espessuras (DOUGLAS e PRZYBYLSKA, 1999; ANTONSON e ANUSAVICE, 2001; DOZIC et al, 2003; CHAIYABUTR et al, 2011; SHONO e NAHEDHM, 2012).

Alguns estudos com diferentes metodologias têm procurado desvendar as propriedades ópticas e a estabilidade de cor de alguns sistemas cerâmicos sob diferentes aspectos (HEFFERNAN et al, 2002a; HEFFERNAN et al, 2002b; DOZIC et al, 2003; SHOKRY et al, 2006; WOOD et al, 2008; BACHHAV e ARAS, 2011; CHAIYABUTR et al, 2011; SHIRAISHI et al, 2011; SHONO e NAHEDHM, 2012), o que demonstra o interesse da comunidade científica nesse tema. Contudo, a influência da espessura da cerâmica de infraestrutura e de cobertura em sistemas que tenham por base uma cerâmica vítrea infiltrada por dissilicato de lítio não está bem elucidada, visto que há poucos estudos abordando essa temática (OSTURK et al, 2008; SON et al, 2010; CHAIYABUTR et al, 2011; ALGHAZZAWI et al, 2012; SHONO e NAHEDHM, 2012). Dentre os sistemas disponíveis para confecção de restaurações de cerâmica pura baseado em uma cerâmica vítrea reforçada com dissilicato de lítio está o IPS e.max Press® (Ivoclar, Vivadent), material que possui adequada característica de resistência (GUAZZATO et al, 2004), integração com a estrutura do dente pelo mecanismo de adesão, processo de fabricação prático (técnica da cera perdida) e excelentes características estéticas (CATTELL et al, 1999).

Para investigações científicas de questões relacionadas à cor de um material é frequentemente utilizado o método baseado em coordenadas do sistema CIELab. Estas coordenadas, obtidas de medidas de reflectância espectral com espectrofotômetro, proporcionam uma descrição numérica da posição da cor no espaço tridimensional da cor. A coordenada L* representa a luminosidade, a* representa o eixo verde-vermelho e a b* o eixo amarelo-azul. As três coordenadas juntas representam um ponto, único, dentro de um espectro tridimensional de cor

(COMMISSION INTERNACIONALE DE L'ECLAIRAGE, 2004). Assim como a cor, a translucidez/opacidade de um material é altamente dependente da dispersão de luz (KINGERY et al, 1976). Se a maioria da luz que passa pelo material é intensamente dispersa e difusamente refletida, este parecerá opaco. Se apenas uma parte da luz é dispersa e a maioria é difusamente transmitida, o material parecerá translúcido (MCLEAN, 1983).

Neste contexto, surge a necessidade de realização de pesquisas científicas nesta temática, através de metodologia semelhante aos estudos já publicados visando confrontar os resultados obtidos, além de trabalhos que proponham novas metodologias que busquem avaliar variáveis ainda não estudadas.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes espessuras, da infraestrutura e da cerâmica de cobertura de um sistema cerâmico a base de dissilicato de lítio, na cor e na opacidade final de uma restauração totalmente livre de metal. Admitem-se, como hipóteses possíveis neste experimento, as seguintes:

- a cor é influenciada pela espessura do sistema cerâmico;
- a opacidade é influenciada pela espessura do sistema cerâmico.

ARTIGO:

Esta dissertação está baseada nas normativas da Universidade Federal da Santa Maria (Manual de Dissertações e Teses, 2012). Sendo assim, é composta de um capítulo contendo um artigo que será enviado para publicação na revista "Journal of Dentistry".

Efeito da espessura da cerâmica de infraestrutura e cobertura de um sistema a base de dissilicato de lítio na sua cor e opacidade

Rodrigo Salbego Bueno^a, André Mallmann^b, Letícia Borges Jacques^b

^a Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

^b Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Autor Correspondente:

Rodrigo Salbego Bueno

End: Rua Dr Alberto Pasqualine 25/402. Centro. Santa Maria-RS. CEP: 970150-010.

Fone: (55)91939025, (55)33074540. E-mail: rodrigobueno@ig.com.br.

Palavras-chave: Cerâmicas. Porcelana odontológica. Cor. Estética Dentária.

Resumo: Efeito da espessura da cerâmica de infraestrutura e cobertura de um sistema a base de dissilicato de lítio na sua cor e opacidade

Objetivo: Determinar a influência da variação de espessura da cerâmica de infraestrutura e cobertura, de um sistema cerâmico a base de dissilicato de lítio, em sua cor e opacidade.

Métodos A amostra consistiu de 12 corpos de prova, confeccionados em forma de disco, com 12 mm de diâmetro e 4mm de espessura (2mm de cerâmica de infraestrutura e 2mm de cobertura). Desgastes sequenciais de 0,5mm foram realizados nos corpos de prova, primeiramente na cerâmica de infraestrutura e posteriormente na de cobertura até a espessura final total de 1,0mm (0,5mm de infraestrutura e 0,5mm de cobertura). Os parâmetros L^* , a^* e b^* do sistema CIEL*a*b* e o Percentual de Opacidade (Op) foram medidos por um espectrofotômetro no período inicial e após cada desgaste. A variação do Percentual de Opacidade (ΔOp) e a variação de cor (ΔE) entre os grupos foram obtidos. Os dados foram tabulados e analisados com nível de significância de 5%.

Resultados: Todos os parâmetros avaliados apresentaram diferença média significativa entre os grupos. O Op diminuiu com a espessura cerâmica, apresentando maiores variações nos grupos correspondentes a cerâmica de cobertura. O ΔE entre os grupos mostrou-se maior quando comparamos os grupos de menor espessura cerâmica. Além disso, ΔOp apresentou-se diretamente proporcional a ΔE .

Conclusões: Concluiu-se que a cor e a opacidade são influenciadas pela variação de espessura do sistema cerâmico testado. O Percentual de Opacidade foi mais dependente da cerâmica de cobertura do que da de infraestrutura. A variação de opacidade está correlacionada com a variação de cor.

Significância Clínica: Os resultados deste estudo sugerem que a espessura do sistema cerâmico testado influencia em sua opacidade e percepção de cor. Desta forma, tais aspectos deveriam ser considerados durante a seleção de tonalidade e fabricação da restauração.

1. Introdução:

O desenvolvimento de materiais restauradores cerâmicos com alta resistência levou a aplicação dos mesmos como substitutos das ligas metálicas em prótese parcial fixa¹. A maioria dos sistemas totalmente cerâmicos requer a combinação de duas camadas de material cerâmico, uma mais resistente de infraestrutura e outra mais estética de cobertura², com diferentes opacidades, cores e espessuras, para proporcionar uma aparência natural³.

Sabe-se que a composição final da cor nas restaurações protéticas⁴, bem como a translucidez^{5,6}, são influenciadas tanto pelas características do material de infraestrutura quanto de cobertura, além da espessura e cor do agente cimentante, e cor do dente subjacente^{7,8}. Para conseguir uma aparência natural da restauração cerâmica, é necessário incorporar camadas de diferentes opacidades e tonalidades. A espessura e a combinação de camadas de cerâmica têm mostrado controlar a aparência final das restaurações de cerâmica pura^{3,8-11}.

Alguns estudos, com diferentes metodologias, têm procurado desvendar as propriedades ópticas e a estabilidade de cor de diferentes sistemas cerâmicos^{3-6, 8,11-14}, o que demonstra o interesse da comunidade científica nesse tema. As estruturas de cerâmicas vítreas reforçadas com dissilicato de lítio possuem adequadas características de força e resistência¹⁵, integração com a estrutura do dente pelo mecanismo de adesão, processo de fabricação prático (técnica da cera perdida) e excelentes características estéticas¹⁶. Contudo há pouca informação disponível sobre as propriedades ópticas deste tipo de cerâmica⁸.

A influência da espessura em sistemas cerâmicos que têm por base uma cerâmica vítrea infiltrada por dissilicato de lítio, não está bem elucidada, visto que há poucos estudos na literatura atual abordando essa temática^{8,11,17-19}.

Dentre eles está o realizado por Ozturk et al.¹⁷ que estudaram a influência de diferentes espessuras e número de queimas em dois sistemas cerâmicos (IPS e.max press + IPS e.max Ceram e DC Zircon + IPS e.max Ceram). Os corpos de prova em forma de discos tinham uma infraestrutura padronizada em 1mm de espessura para todos os grupos de estudo e uma variação na espessura da cerâmica de cobertura em grupos com 0,5mm , 1mm e 1,5mm. Os autores encontraram entre seus

resultados que a espessura cerâmica afetou os valores L^* , a^* e b^* das cerâmicas testadas.

O trabalho de Son et al.¹⁸ também avaliou a influência da espessura da cerâmica na cor final de dois sistemas cerâmicos (LAVA e IPS e.max), com uma espessura de infraestrutura padronizada em 2mm, uma espessura de cerâmica de cobertura que variou de zero a dois milímetros e três tonalidades para cada sistema cerâmico (A1, A2 e A3,5). Uma das conclusões foi a de que a cor das cerâmicas estratificadas variou com a espessura cerâmica.

Outro trabalho utilizou coroas cerâmicas de IPS e.max CAD, fabricadas pelo sistema CAD-CAM, com diferentes espessuras, sobre diferentes cores de substratos e cimentadas com diferentes cores de cimento. Neste, Chaiyabutr et al.⁸, avaliaram a influências das diferentes variáveis e suas interações, sobre a cor final dos espécimes. Os autores afirmaram que tanto a cor do dente pilar, como a cor do cimento e a espessura cerâmica influenciaram no resultado óptico das restaurações.

O estudo *in vitro* de Alhazzawi et al.¹⁹ utilizou laminados cerâmicos, de três diferentes cerâmicas (feldspática, zircônia e IPS e.max CAD), com diferentes espessuras nas diferentes regiões do espécime (cervical, corpo e incisal), com três diferentes cores de substratos e quatro cores de pasta de cimentação provisória. O objetivo foi de avaliar a influência das variáveis e suas interações na cor final dos laminados cerâmicos. Neste estudo não foram encontradas diferenças relevantes entre as regiões, de diferentes espessuras, dos laminados de IPS e.max.

Com o objetivo de avaliar a capacidade de mascaramento e grau de contraste de três diferentes sistemas cerâmicos (IPS e.max Press, Vita VM7 e Nobel Rondo Press Alumina) com duas diferentes espessuras (1 e 1,5mm) foi realizado o estudo de Shono e Nahedh¹¹, onde trinta amostras em formato de disco foram analisadas e os resultados mostraram que os parâmetros avaliados foram afetados pelo tipo e espessura cerâmica, aumentando a capacidade de mascaramento e o grau de contraste juntamente com a espessura.

Neste contexto, há a necessidade de mais pesquisas nesta área, com metodologia semelhante visando confrontar os resultados obtidos e outros com novas metodologias que busquem avaliar variáveis ainda não estudadas.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes espessuras, da infraestrutura e da cerâmica de cobertura de um sistema cerâmico a base de dissilicato de lítio, na cor e na opacidade final de uma restauração totalmente livre de metal. Admitem-se, como hipóteses possíveis neste experimento, as seguintes:

- a cor é influenciada pela espessura do sistema cerâmico.
- a opacidade é influenciada pela espessura do sistema cerâmico.

2. Materiais e Métodos

2.1 Amostra

A amostra deste estudo consistiu de 12 corpos de prova (cps) confeccionados utilizando-se uma cerâmica de infraestrutura a base de dissilicato de lítio - IPS e.max Press HT® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e sua respectiva cerâmica de cobertura - IPS e.max Ceram® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), todas na cor A2 (Tabela 1).

Tabela 1. Materiais cerâmicos usados no estudo.

Nome	Fabricante	Composição	Descrição
IPS e.max Press	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	SiO ₂ , Li ₂ O, K ₂ O, MgO, ZnO, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ e outros oxidos	Cerâmica vítrea reforçada por dissilicato de lítio
IPS e.max Ceram	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , ZnO ₂ , Na ₂ O, K ₂ O, ZrO, CaO, P ₂ O ₅ , fluoreto e pigmentos	Cerâmica vítrea de nano-fluorapatita

Informações cedidas pelo fabricante

Os corpos de prova tinham dimensões de 12mm de diâmetro e 4mm de espessura, a qual compreendia 2mm de cerâmica de infra-estrutura e 2mm de cerâmica de cobertura (Figura 1).

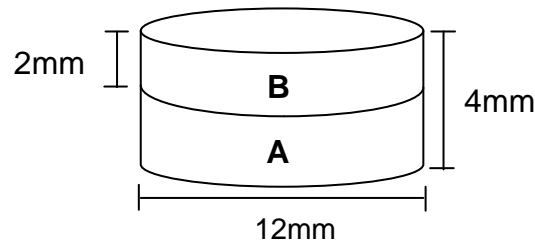


Figura 1. Dimensões dos corpos de prova, onde A) cerâmica de infraestrutura (IPS e.max Press HT®) e B) cerâmica de cobertura (IPS e.max Ceram®).

2.2 Confeção dos corpos de prova

Os corpos de prova foram confeccionados em três etapas: 1) confecção de um disco de 12mm de diâmetro e 2mm de espessura da cerâmica de infra-estrutura; 2) aplicação de mais de 2mm de cerâmica de cobertura sobre a cerâmica de infraestrutura e 3) desgaste da cerâmica de cobertura até o corpo de prova obter espessura total de 4mm.

Na primeira etapa, padrões de resina acrílica em forma de disco com as dimensões desejadas foram confeccionados para servirem como modelos do espécime final a ser gerado em cerâmica. Foi utilizado um material de revestimento (IPS PressVEST, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechterstein) e, através da técnica da cera perdida, gerado um molde, no qual a cerâmica de infraestrutura foi prensada, em forno específico (Programat EP 3000 - Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechterstein), seguindo as especificações do fabricante. Após serem removidos do forno, os discos foram deixados resfriar em temperatura ambiente, jateados com óxido de alumínio, levados a lavagem ultrassônica com água destilada por 2 minutos e secos com papel absorvente.

Na segunda etapa, a cerâmica de cobertura foi aplicada sobre os discos de infraestrutura pela técnica de condensação pó/líquido. Essa aplicação foi realizada com os corpos de prova posicionados dentro de um cilindro de metal de 12mm de diâmetro e 4,5mm de altura, afim de que fosse preservado o formato de disco. Após a aplicação da cerâmica de cobertura, os corpos de prova foram removidos do cilindro metálico e levados a um forno específico (Programat EP 3000 - Ivoclar Viavadent, Schaan, Liechterstein), seguindo as orientações do fabricante. Após

serem removidos do forno, os discos foram deixados resfriar em temperatura ambiente.

A seguir, na terceira etapa, os corpos de prova foram primeiramente medidos e depois sofreram desgastes, realizados em uma retificadora plana horizontal (TA63, Ferdimat, São José dos Campos - SP, Brasil) na face da cerâmica de cobertura até que atingissem a espessura total de 4,05mm. A seguir, promoveu-se o acabamento com a sequência de lixas d'água de granulação 320, 400, 800, 1200 e 2500, sob irrigação, até atingirem 4mm. O polimento foi feito manualmente, pressionando o corpo de prova contra a lixa que se encontrava sobre uma pedra retificada plana na horizontal. A medição da espessura dos corpos de prova era realizada com auxílio de um micrômetro (Digimess Instrumentos de Precisão Ltda, São Paulo, Brasil), com 0,01mm de acurácia, logo após eram jateados com óxido de alumínio, levados a lavagem ultrassônica com água destilada por 2 minutos e secos com papel absorvente.

2.3 Formação dos grupos de estudo

Os corpos de prova (n=12) foram avaliados quanto aos parâmetros de cor e opacidade no *baseline* e após seis desgastes sequenciais de 0,5mm, sendo os três primeiros realizados na cerâmica de infra-estrutura e os outros três na cerâmica de cobertura, formando 7 grupos de estudo, conforme a Tabela 2.

Os desgastes foram realizados em retificadora plana horizontal (TA63, Ferdimat, São José dos Campos - SP, Brasil), com acurácia de 0,001mm, até o valor desejado de espessura mais 0,05mm. O acabamento foi realizado conforme descrito anteriormente.

Tabela 2. Formação dos grupos experimentais

Espessura / Grupos	Total	Infraestrutura	Cobertura
Grupo 01	4mm	2mm	2mm
Grupo 02	3,5mm	1,5mm	2mm
Grupo 03	3mm	1mm	2mm
Grupo 04	2,5mm	0,5mm	2mm
Grupo 05	2mm	0,5mm	1,5mm
Grupo 06	1,5mm	0,5mm	1mm
Grupo 07	1mm	0,5mm	0,5mm

2.4 Leitura dos corpos de prova

As leituras de cor e opacidade foram realizadas por um espectrofotômetro SP60 – EX-Rite (Grand Rapid, Michigan, USA), o qual possui área de medição de 8mm de diâmetro, com funcionamento baseado na abertura de leitura da esfera integradora, captando a luz refletida na porção superior central do corpo de prova. Previamente ao início das leituras, o aparelho foi calibrado conforme recomendações do fabricante e ajustado para utilização do sistema CIE L* a* b* (Comission International L'Éclairage)²⁰. Os parâmetros analisados foram os valores de L*, a* e b*. O parâmetro L* refere-se à coordenada de luminosidade e seus valores variam de zero (preto) a 100 (branco). As variáveis a* e b* são coordenadas relativas à cor nas axiais vermelho-verde e amarelo-azul, respectivamente. Valores positivos de a* indicam uma tendência para o vermelho, e os negativos para o verde. Similarmente, os valores positivos de b* indicam uma tendência para o amarelo e os negativos, para o azul.

Todas as leituras do espectrofotômetro foram realizadas na face correspondente a cerâmica de cobertura, ou seja, a cerâmica de infraestrutura sempre esteve voltada para baixo, em contato com o substrato.

As aferições dos parâmetros de cor e opacidade ocorreram no *baseline* e após cada desgaste promovido nos corpos de prova. Para aferição dos parâmetros de cor, cada espécime foi posicionado no espaço indicado no espectrofotômetro contra um fundo branco, sendo realizadas três medidas em cada corpo de prova. A média dos três valores foi considerado o valor final do espécime. Em todas as

leituras foi utilizado o glicerol como líquido acoplante afim de minimizar a dispersão da luz entre o corpo de prova e o substrato.

O Percentual de Opacidade foi aferido em três passos: 1) o corpo de prova foi colocado sobre o fundo preto padrão do aparelho, quando obteve-se os valores de LB, aB e bB.; 2) o corpo de prova foi posicionado sobre o fundo branco padrão e nova leitura foi procedida, fornecendo os valores de LW, aW e bW; 3) leitura do fundo branco padrão sem a presença do corpo de prova. Com os dados obtidos o aparelho calculava e fornecia o percentual de opacidade do corpo de prova. Tal aferição foi realizada três vezes para cada corpo de prova, sendo a média desses valores considerada o valor final.

Para medir a diferença entre a cor dos corpo de prova foi utilizada a fórmula preconizada pelo método CIE L* a* b* (Commission International l'Éclairage), na qual essa diferença de cor (ΔE) é calculada da seguinte maneira:

$$\Delta E = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$$

Onde: $\Delta L = I_1 - I_0$ (leitura final – leitura inicial)

$\Delta a = I_1 - I_0$ (leitura final – leitura inicial)

$\Delta b = I_1 - I_0$ (leitura final – leitura inicial).

2.5 Análise estatística

Os dados coletados foram tabulados e os resultados dos parâmetros de cor e Percentual de Opacidade avaliados foram descritos com uso de medidas resumo (média e desvio padrão), segundo os grupos com diferentes espessuras. Para comparação entre os grupos, foi utilizada Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas, com correção de Huynh-Feldt, seguida de comparações múltiplas de Bonferroni para verificar quais grupos diferiram dos demais. Foram

calculadas as correlações de Pearson (Neter, et. al., 1996) entre a variação na opacidade com a variação de cor nos grupos de referência e também no total dos desgastes. Os dados foram analisados com nível de significância de 5%.

3. Resultados

A análise de variância dos dados gerados a partir deste estudo demonstrou que todos os parâmetros de cor avaliados apresentam diferença média estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,001$). Os valores médios dos parâmetros estudados encontram-se expostos na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição das medidas médias e desvio padrão segundo grupos de desgaste.

Espessura Total (Infraestrutura/Cobertura)	L*	a*	b*	Op
4,0 (2/2) mm	77,46 ± 0,56	5,29 ± 0,19	22,42 ± 0,75	94,30 ± 1,24
3,5 (1,5/2) mm	77,20 ± 0,56	5,29 ± 0,25	22,39 ± 0,90	91,40 ± 1,17
3,0 (1/2) mm	76,23 ± 0,86	5,03 ± 0,27	21,73 ± 0,90	90,65 ± 0,85
2,5 (0,5/2) mm	76,09 ± 0,62	5,02 ± 0,20	21,52 ± 0,88	87,16 ± 1,52
2,0 (0,5/1,5) mm	77,19 ± 0,94	4,69 ± 0,25	22,69 ± 0,97	78,37 ± 2,57
1,5 (0,5/1) mm	79,55 ± 0,88	3,52 ± 0,21	22,57 ± 0,79	66,06 ± 2,73
1,0 (0,5/0,5) mm	82,88 ± 0,80	1,75 ± 0,36	20,04 ± 0,52	46,40 ± 2,34

Resultado da ANOVA com medidas repetidas e correção de Huynh-Feldt, mostrou para todos os parâmetros $p < 0,01$.

No parâmetro L*, pode-se observar (Tabela 3 e 4) um decréscimo significativo dos valores médios entre os grupos de maior espessura (1 ao 4), correspondentes as variações na cerâmica de infraestrutura, com exceção do 4,0mm-3,5mm e 3,0mm-2,5mm. Já nos grupos de menor espessura, correspondentes a cerâmica de cobertura, notou-se um aumento significativo nos valores de L* entre todos os grupos.

Quanto ao parâmetro a^* , pôde-se perceber (Tabela 3 e 4) uma discreta diminuição dos valores nos grupos iniciais, sendo significativa somente entre os grupos 3,5mm-3,0mm e 3,5mm-2,5mm. Enquanto que entre os grupos finais (4 ao 7) a diminuição foi sempre significativa.

Observa-se na coordenada b^* (Tabela 3 e 4), que inicialmente os valores sofreram um pequeno decréscimo, sendo significativo entre os grupos 3,5mm-3,0mm e 3,5mm-2,5mm. Enquanto que nos grupos referentes aos desgastes na cerâmica de cobertura, os valores cresceram de modo significativo de 2,5mm-2,0mm e depois decresceram significativamente, com exceção dos grupos 2,5mm-1,5mm e 2,0mm-1,5mm, nos quais os decréscimos não foram significativos.

Os valores de Percentual de Opacidade (Tabela 3 e 4) demonstraram uma diminuição em seus valores acompanhando a diminuição da espessura, com maiores diferenças entre os grupos que apresentam variação na cerâmica de cobertura. Tais valores só não demonstraram diferença significativa entre os grupos 3,5mm-3,0mm.

Tabela 4. Descrição das variações médias e erro padrão entre os grupos.

Espessura Total (Infraestrutura/Cobertura)	ΔL	Δa	Δb	ΔOp
4,0 (2/2) mm - 3,5 (1,5/2) mm	0,27 ± 0,27	0,00 ± 0,09	0,04 ± 0,28	2,90 ± 0,52
4,0 (2/2) mm - 3,0 (1/2) mm	1,23 ± 0,21	0,25 ± 0,11	0,69 ± 0,28	3,66 ± 0,45
4,0 (2/2) mm - 2,5 (0,5/2) mm	1,38 ± 0,18	0,26 ± 0,07	0,90 ± 0,28	7,15 ± 0,56
3,5 (1,5/2) mm - 3,0 (1/2) mm	0,97 ± 0,14	0,26 ± 0,04	0,65 ± 0,08	0,76 ± 0,20
3,5 (1,5/2) mm - 2,5 (0,5/2) mm	1,11 ± 0,15	0,26 ± 0,05	0,86 ± 0,10	4,25 ± 0,25
3,0 (1/2) mm - 2,5 (0,5/2) mm	0,14 ± 0,19	0,01 ± 0,07	0,21 ± 0,10	3,49 ± 0,38
2,5 (0,5/2) mm - 2,0 (0,5/1,5) mm	-1,10 ± 0,27	0,34 ± 0,08	-1,17 ± 0,26	8,79 ± 0,50
2,5 (0,5/2) mm - 1,5 (0,5/1) mm	-3,46 ± 0,23	1,50 ± 0,09	-1,05 ± 0,27	21,10 ± 0,54
2,5 (0,5/2) mm - 1,0 (0,5/0,5) mm	-6,79 ± 0,17	3,27 ± 0,12	1,49 ± 0,34	40,75 ± 0,55
2,0 (0,5/1,5) mm - 1,5 (0,5/1) mm	-2,36 ± 0,14	1,17 ± 0,07	0,12 ± 0,11	12,31 ± 0,15
2,0 (0,5/1,5) mm - 1,0 (0,5/0,5) mm	-5,69 ± 0,20	2,93 ± 0,09	2,66 ± 0,31	31,97 ± 0,50
1,5 (0,5/1) mm - 1,0 (0,5/0,5) mm	-3,33 ± 0,22	1,77 ± 0,06	2,54 ± 0,23	19,66 ± 0,52

Resultado das comparações múltiplas de Bonferroni. Os valores em negrito apresentam diferença estatística ($p < 0,05$).

A diferença de cor (ΔE) entre os grupos (Tabela 5) mostrou-se maior com a diminuição da espessura cerâmica, o que ocorreu mais acentuadamente nos grupos menos espessos.

Tabela 5. Descrição do ΔE entre os grupos.

Espessura Total (Infraestrutura/Cobertura)	ΔE	DP	p
4,0 (2/2) mm - 3,5 (1,5/2) mm	1,10	0,54	<0,001
4,0 (2/2) mm - 3,0 (1/2) mm	1,83	0,75	
4,0 (2/2) mm - 2,5 (0,5/2) mm	1,92	0,64	
3,5 (1,5/2) mm - 3,0 (1/2) mm	1,23	0,47	
3,5 (1,5/2) mm - 2,5 (0,5/2) mm	1,52	0,36	
3,0 (1/2) mm - 2,5 (0,5/2) mm	0,70	0,38	
2,5 (0,5/2) mm - 2,0 (0,5/1,5) mm	1,93	0,79	
2,5 (0,5/2) mm - 1,5 (0,5/1) mm	4,03	0,76	
2,5 (0,5/2) mm - 1,0 (0,5/0,5) mm	7,76	0,80	
2,0 (0,5/1,5) mm - 1,5 (0,5/1)mm	2,67	0,47	
2,0 (0,5/1,5) mm - 1,0 (0,5/0,5) mm	7,01	0,73	
1,5 (0,5/1) mm - 1,0 (0,5/0,5) mm	4,62	0,73	

Resultado da ANOVA com medidas repetidas e correção de Huynh-Feldt.

Os testes de correlação entre a variação do percentual de opacidade e a variação de cor demonstraram que quanto maior o ΔOp , maior é o ΔE (Figura 2).

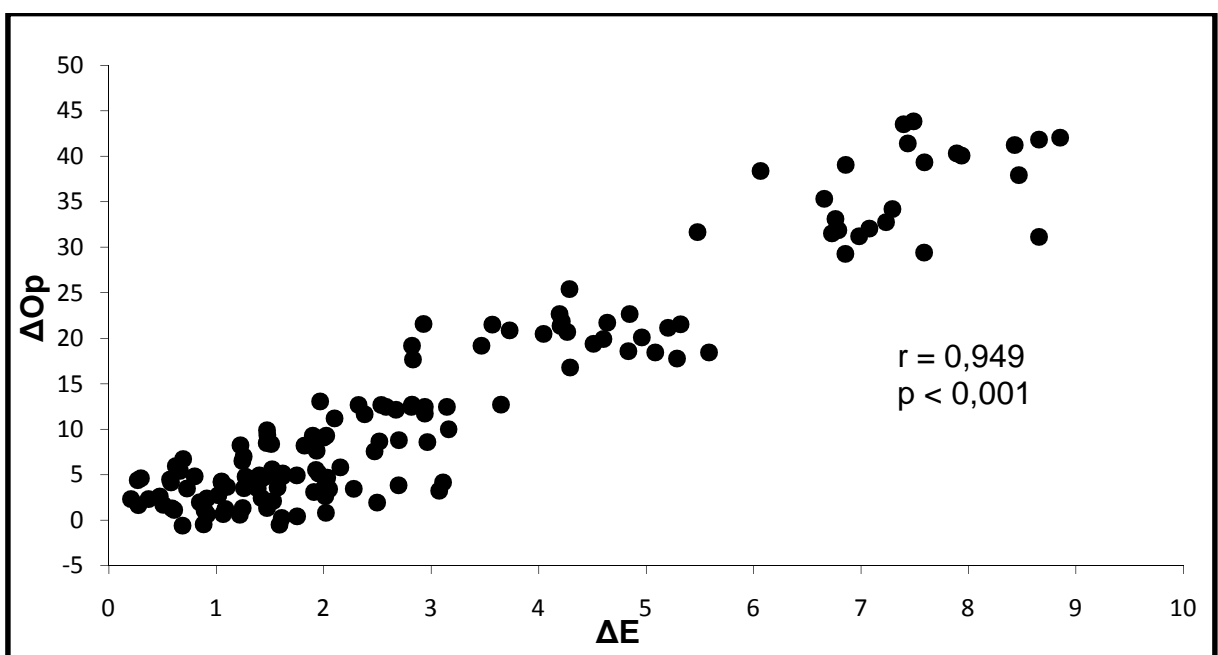


Figura 2. Diagrama de dispersão entre ΔOp e ΔE .

4. Discussão

O sistema cerâmico utilizado neste trabalho foi escolhido devido ao número restrito de trabalhos encontrados na literatura investigando a influência de sua espessura com relação a sua cor e/ou opacidade^{8,11,17-19}.

Optou-se por utilizar um espectrofotômetro para leitura da cor, e o sistema CIEL*a*b* para mensuração dos dados, por se tratar de um aparelho e sistema amplamente utilizados na comunidade científica e internacionalmente aceitos para esta finalidade^{3,5-8,11-14,17,19,21-27}. Já para a obtenção dos dados referentes a opacidade, optou-se por utilizar o valor cedido diretamente pelo espectrofotômetro, tendo em vista sua praticidade e o fato do mesmo já ter sido validado por Kaiser et al.²⁸

A proposta principal deste trabalho foi determinar se a espessura do sistema cerâmico testado influencia em sua cor e opacidade. Os resultados confirmaram as hipóteses que tanto a cor quanto a opacidade são influenciados pela espessura deste sistema cerâmico. Estudos que também avaliaram a influencia da espessura sobre a opacidade e cor deste sistema cerâmico^{8,11,17-19} e de outros sistemas cerâmicos diferentes^{3-7,10,13} também observaram que tanto a cor quanto a opacidade são influenciados pela espessura cerâmica.

Observou-se que a opacidade apresentou diminuição com o decréscimo na espessura total de cerâmica, o que ocorreu tanto com a cerâmica de infraestrutura, corroborando os achados de Shono e Nahedh¹¹, quanto com a cerâmica de cobertura, nesta de maneira mais acentuada.

A variação de cor (ΔE) ocorreu de forma mais pronunciada entre os grupos com menor espessura. Muitos estudos sugerem que os valores de ΔE tão baixos quanto uma unidade de medida já seriam clinicamente detectáveis^{29,30}. Por outro lado, Ruyter et al.³¹ relataram um limite para mudanças de cor clinicamente detectáveis como sendo de 3.3 unidades. Outro estudo relatou uma equiparação visual entre um veneer de resina composta e um dente quando a média de ΔE era de até 3,7 unidades³². Tais achados demonstram uma controvérsia na literatura a esse respeito.

Para fins de referência com os padrões clínicos, neste trabalho foi utilizada a classificação proposta por Barath et al.⁷, por ser baseada nos estudos anteriormente publicados e ser mais recente, a qual é descrita a seguir:

$\Delta E > 3,7$ - semelhança de cor muito pobre;

$\Delta E > 2,0$ - clinicamente inaceitável;

$\Delta E \leq 2,0$ - clinicamente aceitável;

$\Delta E < 1,0$ - diferença imperceptível.

Assim, pode-se perceber que modificações na espessura da cerâmica de infraestrutura (quando sobreposta por 2mm de cerâmica de cobertura) alteraram a cor dentro do limite de aceitabilidade clínica ($\Delta E \leq 2,0$), assim como foi observado por Alghazzawi et al.¹⁹ Já algumas alterações feitas na espessura da cerâmica de cobertura (sobre 0,5mm de cerâmica de infraestrutura) causaram mudanças de cor clinicamente inaceitáveis ($\Delta E > 2,0$) chegando a valores maiores que 3,7 unidades de ΔE . Estes achados estão de acordo com os encontrados por Ozturk et al.¹⁷ e Son et al.¹⁸

Os resultados encontrados, referentes ao eixo L^* , são diferentes dos encontrados por Shono e Nahedh¹¹. Enquanto neste estudo, assim como no estudo de Shokry et al.⁴, observou-se uma relação diretamente proporcional entre a espessura da infraestrutura e os valores de L^* , o estudo anteriormente citado evidenciou o oposto. Acredita-se que tal diferença possa ter ocorrido em vista do estudo citado não ter utilizado uma cerâmica de cobertura, mas somente a infraestrutura. Entretanto, quando o foco está na cerâmica de cobertura, os resultados demonstram uma relação inversamente proporcional entre espessura e valores de L^* , o que coincide com os dados encontrados por Ozturk et al.¹⁷ e Son et al.¹⁸; este, em duas das três cores de cerâmicas avaliadas.

No eixo a^* (verde/vermelho), foi possível observar uma diminuição significativa nos valores com a diminuição da espessura de cerâmica de cobertura, o que reafirma os achados de Ozturk et al.¹⁷ e Son et al.¹⁸ O mesmo eixo na cerâmica de infraestrutura, também diminuiu com a espessura, porém de forma mais discreta, revelando-se estatisticamente significante em alguns grupos (3,5-3mm e 3,5-

2,5mm). Essa tendência também foi um achado do estudo de Shokry et al.⁴, porém foi o oposto do encontrado por Shono e Nahedh¹¹, que atribuíram tal resultado a utilização de somente o e.max Press em seu estudo, sem sua respectiva cerâmica de cobertura.

Quanto ao eixo b^* (amarelo/azul), constatou-se que seu comportamento, quando da variação de espessura de cerâmica de infraestrutura, foi de apontar valores maiores nos grupos mais espessos, assim como no estudo de Shono e Nahedh¹¹. O comportamento desse eixo na cerâmica de cobertura mostrou-se bastante similar ao descrito por Son et al.¹⁸, apresentando um pequeno aumento entre 2,0mm e 1,5mm de espessura de cerâmica de cobertura (grupo 4 comparado com grupo 5) e um aumento nos valores de 1,5mm até 0,5mm de cerâmica de cobertura (grupo 5 ao 7). Ozturk et al.¹⁷ observaram também um aumento mais pronunciado dos valores nesse eixo entre 0,5 e 1,0mm, sendo mais discreto entre 1,0 e 1,5mm.

Acredita-se que esses achados referentes às coordenadas do sistema CIEL*a*b* e a alteração de cor (ΔE) sejam explicadas em parte pela alteração da opacidade. Percebe-se que a opacidade mostrou menor alteração nos grupos mais espessos, referentes a variação na infraestrutura, assim como o observado nos eixos L^* , a^* e b^* e, por consequência, no ΔE . Pode-se ver também que a opacidade diminuiu juntamente com a espessura total de cerâmica, fazendo com que o fundo branco causasse maior influência nas leituras, aumentando, assim, a luminosidade (L^*) dos corpos de prova quando dos desgastes na cerâmica de cobertura. Outra maneira de explicar estes resultados é porque acredita-se que com a diminuição da espessura cerâmica a reflexão difusa deixe de ocorrer, em grande parte, no interior do corpo de prova e passe a fazê-lo no substrato, alterando assim os valores das coordenadas a^* e b^* . Atribui-se esse padrão de variação a composição do material cerâmico.

As limitações deste estudo incluem o fato do mesmo ser *in vitro*, realizado com discos cerâmicos e com diferenças de espessura de 0,5mm. Mais estudos ainda devem ser realizados com este sistema cerâmico, avaliando diferenças mais sutis de espessura, com diferentes cores de substratos, diferentes cores de cerâmicas (infraestrutura e cobertura) e em diferentes níveis de translucidez (baixa

translucidez - LT, média opacidade - MO e alta opacidade - HO), com metodologias que permitam extrapolar os resultados para a prática clínica.

5. Conclusões

Os resultados deste estudo permitem concluir que:

- A cor e a opacidade são influenciadas pela variação de espessura do sistema cerâmico testado.
- Praticamente qualquer variação de 0,5mm na cerâmica de cobertura é capaz de variar a cor de maneira clinicamente inaceitável ($\Delta E > 2,0$).
- O percentual de opacidade e a variação de cor foram mais dependentes da cerâmica de cobertura do que da cerâmica de infraestrutura.
- Há uma correlação entre variação de opacidade e variação de cor.

6. Declaração de Conflito de Interesse

Afirmamos não haver nenhum conflito de interesse.

7. Agradecimentos

Agradecemos a Ivoclar Vivadent por ter cedido a cerâmica para esse trabalho.

8. Referências

1. McLaren EA, Giordano rll RA, Pober R, Abozenada B. Material testing and layering techniques of a new two-phase all-glass veneering porcelain for bonded porcelain and high-alumina frameworks. *Quintessence of Dental Technology* 2003; **26**:69–81.
2. Isgrò G, Pallav P, van der Zel JM, Feilzer AJ. The influence of the veneering porcelain and different surface treatments on the biaxial flexural strength of a heat-pressed ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2003; **90**(5):465-73.

3. Dozić A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, van der Zel J, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2003; **90**(6):563-70.
4. Shokry TE, Shen C, Elhosary MM, & Elkhodary AM. Effect of core and veneer thicknesses on the color parameters of two all-ceramic systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2006; **95**(2):124-129.
5. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, & Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems Part I: Core materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2002; **88**(1):4-9.
6. 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. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2002; **88**(1) 10-15.
7. Barath VS, Faber FJ, Westland S, & Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds. *Advances in Dental Research* 2003; **17**(1):55-60.
8. 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 glassceramic lithium disilicate reinforced crown. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2011; **105**:83-90.
9. Antonson SA, Anusavice KJ. CR of veneering and core ceramics as a function of thickness. *International Journal of Prosthodontics* 2001; **14**(4):316-320.
10. Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1999; **82**(2):143-149.
11. Shono NN, Al Nahedh NHA. Contrast Ratio and Masking Ability of Three Ceramic Veneering Materials. *Operative Dentistry* 2012; **37**(4):406-416.
12. Wood DJ, Shiraishi T, Shinozaki N, Van Noort R. Spectral reflectance and color of dentin ceramics for all-ceramic restorations. *Dental Materials* 2008; **24**:1661–1669.
13. Bachhav VC, Aras MA. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of a zirconium oxide based all ceramic system fabricated using CAD/CAM technology. *The Journal of Advanced Prosthodontics* 2011; **3**:57-62.
14. Shiraishi T, Wood DJ, Shinozaki N, Van Noort R. Optical properties of base dentin ceramics for all-ceramic restorations. *Dental Materials* 2011; **27**:165–172.
15. Guazzato M, Proos K, Quach L, Swain MV. Strength, reliability and mode of fracture of bilayered porcelain/zirconia (Y-TZP) dental ceramics. *Biomaterials* 2004; **25**:5045-5052.
16. Cattell [MJ](#), [Knowles JC](#), [Clarke RL](#), [Lynch E](#). The biaxial flexural strength of two pressable ceramic systems. *Journal of Dentistry* 1999; **27**(3):183-96.

17. Ozturk O, Uludag B, Usumez A, Sabin V, Celik G. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two all-ceramic systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2008; **100**(2):99-106.
18. Son HJ, Kim WC, Jun SH, Kim YS, Ju SW, Ahn JS. Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color. *Journal of Dentistry* 2010; **38**:e71–e77.
19. Alghazzawi TF, Lemons J, Liu PR, Essig ME, Janowsky GM. Evaluation of the optical properties of CAD-CAM generated yt tria-stabilized zirconia and glass-ceramic laminate veneers. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2012; **107**:300-308.
20. CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) Colorimetry: official recommendations of the International Commission on Illumination. CIE Pub. No. 15 (3rd edition). Vienna: Bureau Central de la CIE; 2004.
21. Cho MS, Lee YK, Lim BS, Lim YJ. Changes in optical properties of enamel porcelain after repeated external staining. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2006; **95**:437–43.
22. Ahn JS, Lee YK. Difference in the translucency of all-ceramics by the illuminant. *Dental Materials* 2008; **24**:1539–1544.
23. Li Q, Yu H, Wang YN. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of core build-up composites on all-ceramic materials. *Dental Materials* 2009; **25**:158–165.
24. Lim HN, Yu B, Lee YK. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2010; **104**:239-46.
25. Liu MC, Aquilino SA, Lund PS, Vargas MA, Diaz-Arnold AM, Gratton DG, Qian F. Human Perception of Dental Porcelain Translucency Correlated to Spectrophotometric Measurements. *Journal of Prosthodontics* 2010; **19**:187–193.
26. Corciolani G, Vichi A, Louca C, Ferrari M. Color match of two different ceramic systems to selected shades of one shade guide. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2011; **105**:171-176.
27. Ozturk E, Chiang YC, Cosgun E, Bolay S, Hickel R, Ilie N. Effect of resin shades on opacity of ceramic veneers and polymerization efficiency through ceramics. *Journal of Dentistry* 2013; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2013.06.001>.
28. Kaiser MR, Diesel PG, Mallmann A, Jacques LB. Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: Effects on translucency. *Journal of Dentistry* 2012; **40s**: e64–e71.
29. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and Instrumental Colorimetric Assessments of Small Color Differences on Translucent Dental Porcelain. *Journal of Dental Research* 1989; **68**(12):1760-1764.

30. Liberman R, Combe EC, Piddock V, Pawson C, Watts DC. Development and assessment of an objective method of colour change measurement for acrylic denture base resin. *Journal of Oral Rehabilitation* 1995; **22**(6):445-449.
31. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials* 1987; **3**(5):246-251.
32. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research* 1989; **68**(5):819-822.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de propriedades ópticas de materiais restauradores é um campo promissor e fundamental de pesquisa, visto que a Odontologia Restauradora avança em tecnologia, sempre visando conceitos estéticos aliados à compatibilidade biológica e funcional dos materiais para com os pacientes. Espera-se que o comportamento óptico de um material restaurador, venha a ser previsível e estável, de tal forma que favoreça a obtenção de restaurações com bons resultados estéticos imediatos e ao longo do tempo nas condições clínicas do meio bucal. Para tanto, faz-se necessário esclarecer o comportamento óptico de todos os materiais restauradores existentes no mercado, dentre eles as cerâmicas odontológicas.

Foi observado que a cor e a opacidade são influenciadas pela variação de espessura do sistema cerâmico testado. Sendo que o percentual de opacidade e a alteração de cor foram mais dependentes da cerâmica de cobertura do que da cerâmica de infraestrutura e que houve uma correlação entre eles.

Além disso, acredita-se que mais estudos devem ser realizados acerca desta temática para que possamos confrontar com os atuais achados e elucidar outros aspectos.

REFERÊNCIAS

1. AHN J.S.; LEE Y.K. Difference in the translucency of all-ceramics by the illuminant. **Dent Mater**, v.24, p.1539–1544. 2008.
2. ALGHAZZAWI T.F.; LEMONS J.; LIU P.R.; ESSIG M.E.; JANOWSKY G.M. Evaluation of the optical properties of CAD-CAM generated yt tria-stabilized zirconia and glass-ceramic laminate veneers. **J Prosthet Dent**, v107, p.300-308. 2012.
3. ANTONSON S.A.; ANUSAVICE K.J. Contrast Ratio of Veneering and Core Ceramics as a Function of Thickness. **Int J Prosthodont**, v.14, n.4, p. 316-320. 2001.
4. BACHHAV VC, ARAS MA. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of a zirconium oxide based all ceramic system fabricated using CAD/CAM technology. **J Adv Prosthodont**, v.3, p.57-62. 2011.
5. BARATH V.S.; FABER F.J.; WESTLAND S.; NIEDERMEIER W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds. **Adv Dent Res**, v.17, n.1, p.55-60. 2003.
6. CAROSSA S.; LOMBARDO S.; PERA P.; CORSALINI M.; RASTELLO M.L.; PRETI P.G. [Influence of posts and cores on light transmission through different all-ceramic crowns: spectrophotometric and clinical evaluation.](#) **Int J Prosthodont**, v.14, n.1, p.9-14, Jan-Fev. 2001.
7. CATTELL [M.J.](#); [KNOWLES J.C.](#); [CLARKE R.L.](#); [LYNCH E.](#) The biaxial flexural strength of two pressable ceramic systems. **J Dent**, v.27, n.3, p.183-96. 1999.
8. CHAIYABUTR Y.; KOIS J.C.; LEBEAU D.; NUNOKAWA G. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/ CAM glassceramic lithium disilicate reinforced crown. **J Prosthet Dent**, v.105, p.83-90. 2011.

9. CHO M.S.; LEE Y.K.; LIM B.S.; LIM Y.J. Changes in optical properties of enamel porcelain after repeated external staining. **J Prosthet Dent**, v.95, p.437–43. 2006.
10. CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). Colorimetry. CIE Publication No. 5.2, 3rd ed. Vienna: Bureau Central de la CIE; 2004.
11. CORCIOLANI G.; VICHI A.; LOUCA C.; FERRARI M. Color match of two different ceramic systems to selected shades of one shade guide. **J Prosthet Dent**, v.105, p.171-176. 2011.
12. DOUGLAS R.D.; PRZYBYISKA M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. **J Prosthet Dent**, v.82, n.9, p.143-149. 1999.
13. DOZIĆ A.; KLEVERLAAN C.J.; MEEGDES M.; VAN DER ZEL J.; FEILZER A.J. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. **J Prosthet Dent**, v.90, n.6, p.563-570. 2003.
14. GUAZZATO M.; PROOS K.; QUACH L.; SWAIN M.V. Strength, reliability and mode of fracture of bilayered porcelain/zirconia (Y-TZP) dental ceramics. **Biomaterials**, v.25, p.5045-5052. 2004.
15. HEFFERNAN M.J.; AQUILINO S.A.; DIAZ-ARNOLD A.M.; HASELTON D.R.; STANFORD C.M.; VARGAS M.A. Relative translucency of six all-ceramic systems Part I: Core materials. **J Prosthet Dent**, v.88, n.1, p.4-9. 2002.
16. HEFFERNAN M.J.; AQUILINO S.A.; DIAZ-ARNOLD A.M.; HASELTON D.R.; STANFORD C.M.; VARGAS M.A. Relative translucency of six all-ceramic systems Part II: Core and veneer materials. **J Prosthet Dent**, v.88, n.1, p.10-15. 2002.
17. ISGRÒ G.; PALLAV P.; VAN DER ZEL J.M.; FEILZER A.J. The influence of the veneering porcelain and different surface treatments on the biaxial flexural strength of a heat-pressed ceramic. **J Prosthet Dent**, v.90, n.5, p.465-473. 2003.

18. JOHNSTON W.M.; KAO E.C. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. **J Dent Res**, v.68, n.5, p.819-822. 1989.
19. KAISER M.R.; DIESEL P.G.; MALLMANN A.; JACQUES L.B. Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: Effects on translucency. **J Dent**, v.40, p.64–71. 2012.
20. KELLY J.R.; NISHIMURA I.; CAMPBELL S.D. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. **J Prosthet Dent**, v.75, p.18-32. 1996.
21. KINGERY W.D.; BOWEN H.K.; UHLMANN D.R. **Introduction to ceramics**. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons; 1976. p. 646-89.
22. LI Q.; YU H.; WANG Y.N. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of core build-up composites on all-ceramic materials. **Dent Mater**, v.25, p.158–165. 2009.
23. LIBERMAN R, COMBE EC, PIDDOCK V, PAWSON C, WATTS DC. Development and assessment of an objective method of colour change measurement for acrylic denture base resin. **J Oral Rehabil**, v.22, n.6, p.445-449. 1995.
24. LIM HN, YU B, LEE YK. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. **J Prosthet Dent**, v.104, p.239-46. 2010.
25. LIU M.C.; AQUILINO S.A.; LUND P.S.; VARGAS M.A.; DIAZ-ARNOLD A.M.; GRATTON D.G.; QIAN F. Human Perception of Dental Porcelain Translucency Correlated to Spectrophotometric Measurements. **J Prosthodont**, v.19, p.187–193. 2010.
26. MCLAREN E.A.; GIORDANO RII R.A.; POBER R.; ABOZENADA B. Material testing and layering techniques of a new two-phase all-glass veneering porcelain for bonded porcelain and high-alumina frameworks. **QDT**, v.26, p.69-81. 2003.

27. MCLEAN JW, editor. Proceedings of the First International Symposium on Ceramics. Chicago: Quintessence; p. 45. 1983.

28. OZTURK E.; CHIANG Y.C.; COSGUN E.; BOLAY S.; HICKEL R.; ILIE N. Effect of resin shades on opacity of ceramic veneers and polymerization efficiency through ceramics. **J Dent**. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2013.06.001>.

29. OZTURK O.; ULUDAG B.; USUMEZ A.; SABIN V.; CELIK G. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two all-ceramic systems. **J Prosthet Dent**, v.100, n.2, p.99-106. 2008.

30. RUYTER I.E.; NILNER K.; MOLLER B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. **Dent Mater**, v.3, n.5, p.246-251. 1987.

31. SEGHI R.R.; HEWLETT E.R.; KIM J. Visual and Instrumental Colorimetric Assessments of Small Color Differences on Translucent Dental Porcelain. **J Dent Res**, v.68, n.12, p.1760-1764. 1989.

32. SHILLINBURG JR H.T.; HOBO S.; WHITSETT L.D.; BRACKETT S.E.; RICHARD J. **Fundamentos de Prótese Fixa**. 4^a ed. Chicago: Quintessence, 2007.

33. SHIRAISHI T.; WOOD D.J.; SHINOZAKI N.; VAN NOORT R. Optical properties of base dentin ceramics for all-ceramic restorations. **Dent Mater**, v.27, p.165–172. 2011.

34. SHOKRY T.E.; SHEN C.; ELHOSARY M.M.; ELKHODARY A.M. Effect of core and veneer thicknesses on the color parameters of two all-ceramic systems. **J Prosthet Dent**, v.95, n.2, p.124-129. 2006.

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

36. SON H.J.; KIM W.C.; JUN S.H.; KIM Y.S.; JU S.W.; AHN J.S. Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color. **J Dent**, v.38, p.71–77. 2010.

37. WEE A.G.; MONAGHAN P.; JOHNSTON W.M. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. [J Prosthet Dent](#), v.87, n.6, p.657-666, Jun. 2002.

38. WOOD D.J.; SHIRAISHI T.; SHINOZAKI N.; VAN NOORT R. Spectral reflectance and color of dentin ceramics for all-ceramic restorations. **Dent Mater**, v.24, p.1661–1669. 2008.

Anexo A - Normas para submissão de artigos do "Journal of Dentistry"

The *Journal of Dentistry* is the leading international dental journal within the field of Restorative Dentistry. Placing an emphasis on publishing novel and high-quality research papers, the Journal aims to influence the practice of dentistry at clinician, research, industry and policy-maker level on an international basis.

Topics covered include the management of dental disease, periodontology, endodontology, operative dentistry, fixed and removable prosthodontics, and dental biomaterials science, long-term clinical trials including epidemiology and oral health, dental education, technology transfer of new scientific instrumentation or procedures, as well clinically relevant oral biology and translational research. Submissions are welcomed from other clinically relevant areas, however, the Journal places an emphasis on publishing high-quality and novel research.

Queries in relation to manuscript content should be directed to the Journal Editorial Office in the first instance.

Submissions

The requirements for submission are in accordance with the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals," *Annals of Internal Medicine*, 1977, **126**, 36-47.

Authors are requested to submit their original manuscript and figures via the online submission and editorial system for *Journal of Dentistry*. Using this online system, authors may submit manuscripts and track their progress through the system to publication. Reviewers can download manuscripts and submit their opinions to the editor. Editors can manage the whole submission/review/revise/publish process. Please register at:<http://ees.elsevier.com/jjod>

Authors unable to submit online should contact the Editorial office: Matt Walmsley, Journal Manager, *Journal of Dentistry*, Elsevier, Bampfylde Street, Exeter, UK, EX1 2AH. m.walmsley@elsevier.com TEL: +44 (0)1392 285879 Fax: +44 (0)1865 853132.

Contributions falling into the following categories will be considered for publication:

- Original Research Reports: maximum length 6 printed pages approximately 20 typescript pages, including illustrations and tables.
- Review articles: maximum length 10 printed pages, approximately 33 typescript pages, including illustrations and tables.
- Short communication for rapid publication: maximum length 2 printed pages, approximately 7 typescript pages, including illustrations.
- Letters providing informed comment and constructive criticism of material previously published in the Journal.

All typescripts must be accompanied by a Permission Note. This is a letter signed by each author (not just the corresponding author), affirming that the paper has been submitted solely to *Journal of Dentistry* and that it is not concurrently under consideration for publication in another journal. Prospective authors should confirm that the submitted work, including images, are original. Authors are reminded that if included images (e.g. Tables and Figures) have been previously published may require copyright permission.

Authorship: Only those persons who have made a significant contribution to the manuscript submitted should be listed as authors. The Editor-in-Chief expects that a manuscript should normally have no more than 6 authors, unless a case is made by the corresponding author within the article cover letter to include other authors. All of the named authors should have been involved in the work leading to the publication of the paper and should have read the paper before it is submitted for publication.

Notes for Typescript Preparation

The **title page** should contain the following information:

- Title of paper
- Short title
- Name(s), job titles and address(es) of author(s) (no academic degrees necessary)

- Name, address, telephone, fax and e-mail of the corresponding author
- Up to 6 keywords

Spelling: International English.

Authors are urged to write as concisely as possible.

The house style of *Journal of Dentistry* requires that articles should be arranged in the following order: Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, Tables, Figures. A **cover letter** should accompany the new manuscript submission, within which the authors should indicate the significance of the work being submitted in a statement no more than 100 words. A signed **permission note** (details below) must also be included.

Abstract: should not exceed 250 words and should be presented under the following subheadings: Objectives, Methods; Results; Conclusions (For Reviews: Objectives; Data; Sources; Study selection; Conclusions). A 50 word 'Clinical Significance' statement should appear at the end of the abstract advising readers of the clinical importance and relevance of their work. These subheadings should appear in the text of the abstract. Please repeat the title of the article at the top of the abstract page.

Introduction: must be presented in a structured format, covering the following subjects, although not under subheadings: succinct statements of the issue in question, and the essence of existing knowledge and understanding pertinent to the issue. In keeping with the house style of *Journal of Dentistry*, the final paragraph of the introduction should clearly state the aims and/or objective of the work being reported. Prospective authors may find the following form of words to be helpful: "The aim of this paper is to ..." Where appropriate, a hypothesis (e.g. null or a priori) should then be stated.

Keywords: up to 6 keywords should be supplied.

Abbreviations and acronyms: terms and names to be referred to in the form of abbreviations or acronyms must be given in full when first mentioned.

Units: SI units should be used throughout. If non-SI units must be quoted, the SI equivalent must immediately follow in parentheses.

The complete names of individual teeth must be given in the text. In tables and legends for illustrations individual teeth should be identified using the FDI two-digit system.

Statistics

Statistical methods should be described with enough detail to enable a knowledgeable reader with access to the original data to verify the reported results. When possible, findings should be quantified and appropriate measures of error or uncertainty (such as confidence intervals) given. Details about eligibility criteria for subjects, randomization and the number of observations should be included. The computer software and the statistical method(s) used should be specified with references to standard works when possible (with pages specified). See http://www.icmje.org/manuscript_1prepare.html for more detailed guidelines.

References: These should appear in the text in numerical order and should follow a modified form of the Vancouver Reference system (details may be found at <http://www.icmje.org/index.html#reference>). Please note that the house style of the *Journal of Dentistry* is different from the standard Vancouver reference style in that it includes a requirement:

- to refer to the name of the Journal in full
- to put the name of the Journal in Italics
- to put the volume number in bold

Examples as follows:

Journal articles

Lynch CD, Frazier KB, McConnell RJ, Blum IR, Wilson NHF. State-of-the-art techniques in Operative Dentistry: contemporary teaching of posterior composites in UK and Irish dental schools. *British Dental Journal* 2010; **209**: 129 - 36.

Wilson NHF, Mjör I. The teaching of class I and class II direct composite restorations in European dental schools. *Journal of Dentistry* 2000; **28**: 15-21.

Please note that in-press/ accepted articles that are awaiting assignment of page numbers should be cited including their DOI number (Digital Object Identifier), for example:

Books

Lynch CD. Successful posterior composites. London: Quintessence Publishing Co., 2008.

Book chapters

Phillips SJ, Whisnant JP. The role of dentine under restorations. In: Laragh JH, Brenner BM, editors. The science of restorative dentistry. 2nd ed. Oxford: Elsevier; 2003. p.266-78.

If there are seven or more authors please list the first six and et al., otherwise list all authors. Journal titles should be given in full. If websites are used as references, the full URL should be cited, along with the date on which it was accessed.

Illustrations: should be submitted electronically using appropriate commercial software. Prospective authors should follow the relevant guidelines (available from: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>). In addition, it is noted that while authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, journals published by Elsevier apply the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Offprints and page charges: no page charges are levied on articles published in *Journal of Dentistry*. The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

The Editor and Publisher reserve the right to make such corrections to typescripts as may be necessary for clarity of expression, or to conform to the style required.

Randomised controlled trials: All randomised controlled trials submitted for publication in *Journal of Dentistry* should include a completed Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) flow chart. Submitted manuscripts that do not include this flow chart, where appropriate, will be rejected without entering the review process. Please refer to the CONSORT statement website at <http://www.consort-statement.org> for more information. *Journal of Dentistry* has adopted the proposal from the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) which require, as a condition of consideration for publication of clinical trials, registration in a public trials registry. Trials must register at or before the onset of patient enrolment. The clinical trial registration number should be included at the end of the abstract of the article. For this purpose, a clinical trial is defined as any research study that prospectively assigns human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effects of health outcomes. Health-related interventions include any intervention used to modify a biomedical or health-related outcome (for example drugs, surgical procedures, devices, behavioural treatments, dietary interventions, and process-of-care changes). Health outcomes include any biomedical or health-related measures obtained in patients or participants, including pharmacokinetic measures and adverse events. Purely observational studies (those in which the assignment of the medical intervention is not at the discretion of the investigator) will not require registration. Further information can be found at <http://www.icmje.org>

Disclosure of Clinical Trial Results: In line with the position of the International Committee of Medical Journal Editors, the journal will not consider results posted in the same clinical trials registry in which primary registration resides to be prior publication if the results posted are presented in the form of a brief structured (less than 500 words) abstract or table. However, divulging results in other circumstances (eg, investors' meetings) is discouraged and may jeopardise consideration of the manuscript. Authors should fully disclose all posting in registries of results of the same or closely related work.

Patient consent: Studies on patients or volunteers require ethics committee approval and informed consent which should be documented in your paper. Patients have a right to privacy. Therefore identifying information,

including patients images, names, initials, or hospital numbers, should not be included in videos, recordings, written descriptions, photographs, and pedigrees unless the information is essential for scientific purposes and you have obtained written informed consent for publication in print and electronic form from the patient (or parent, guardian or next of kin where applicable). If such consent is made subject to any conditions, Elsevier must be made aware of all such conditions. Written consents must be provided to Elsevier on request. Even where consent has been given, identifying details should be omitted if they are not essential. If identifying characteristics are altered to protect anonymity, such as in genetic pedigrees, authors should provide assurance that alterations do not distort scientific meaning and editors should so note. If such consent has not been obtained, personal details of patients included in any part of the paper and in any supplementary materials (including all illustrations and videos) must be removed before submission.

Proofs: Proofs will be sent to the author (first-named author if no corresponding author is identified on multi-authored papers) by PDF wherever possible and should be returned within 48 hours of receipt, preferably by e-mail. Corrections should be restricted to typesetting errors; any other amendments made may be charged to the author. Any queries should be answered in full. Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are returned to us in one all-inclusive e-mail or fax. Subsequent additional corrections will not be possible, so please ensure that your first communication is complete.

Should you choose to mail your corrections, please return them to: Log-in Department, Elsevier, Stover Court, Bampfylde Street, Exeter, Devon EX1 2AH, UK.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>

The decision of the Editor-in-Chief is final in relation to all manuscript submissions.

Updated September 2011