

Efeito de cerâmicas odontológicas na passagem da luz emitida por aparelhos fotoativadores

Recebido em: jun/2013

Aprovado em: set/2013

Effect of dental ceramics on the transmittance of light emitted by curing units

Marcelo Giannini

Doutorado em Clínica Odontológica -
Professor Associado, Departamento de
Odontologia Restauradora, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, Universidade
Estadual de Campinas, Piracicaba, SP, Brasil

Rafael Rocha Pacheco

Mestrado em Materiais Dentários -
Doutorando, Departamento de Odontologia
Restauradora, Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, Universidade Estadual de
Campinas, Piracicaba, SP, Brasil

Frederick Allen Rueggeberg

Msc in Biomaterials - Professor Titular,
Departamento de Reabilitação Oral,
Faculdade de Odontologia, Georgia
Regents University, Augusta, GA, EUA

Marcelo Tavares de Oliveira

Doutorado em Materiais Dentários
Professor Assistente, Faculdade de
Odontologia, Universidade Nove de
Julho, São Paulo, SP, Brasil.

Marina Di Francescantonio

Doutorado em Clínica Odontológica - Aluna
de Pós-Graduação, Departamento de
Odontologia Restauradora, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, Universidade
Estadual de Campinas, Piracicaba, SP, Brasil

José Carlos Romanini

Técnico em Prótese Dental - Técnico em
Prótese Dental, Londrina, PR, Brasil.

Suporte Financeiro: Capes (3110/2010) e
CNPq (305777-2010-6)

Autor para correspondência:

Prof. Dr. Marcelo Giannini
Depto. de Odontologia Restauradora
Av. Limeira, 901 - Piracicaba - SP
13414-903
Brasil
giannini@fop.unicamp.br

RESUMO

Este estudo avaliou a influência de dois tipos de cerâmicas odontológicas (óxido de zircônio e dissilicato de lítio) na transmitância da luz emitida por diferentes aparelhos fotoativadores. Discos com 1 mm de espessura e 10 mm de diâmetro foram preparados a partir dos materiais restauradores indiretos: IPS e.Max ZirCAD (Ivoclar Vivadent) e IPS e.Max (Ivoclar Vivadent). Sobre os materiais protéticos foi aplicada a cerâmica à base de nanofluorapatita (IPS e.Max Ceram, Ivoclar Vivadent), com 1 mm de espessura. Cinco diferentes aparelhos fotoativadores foram testados: Arc Light II (Air Techniques), ColtoLux LED (Coltène Whaledent), Elipar Free Light 2 (3M ESPE), Astralis 10 (Ivoclar Vivadent) e Ultralume 5 (Ultradent), sendo esse último utilizado no modo normal, apenas com luz azul ou luz violeta. A irradiância através dos diferentes materiais restauradores foi mensurada com um espectroradiômetro (DAS 2100, Labsphere) associado a um software específico (Spectra Suite, Ocean Optics). Os dados foram submetidos à análise de variância de 2 fatores e teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A luz emitida pelo aparelho arco de plasma (Arc Light II) mostrou maior passagem através dos materiais indiretos estudados, enquanto a luz violeta emitida pelo aparelho Ultralume 5 foi a mais bloqueada entre os aparelhos. A zircônia permitiu maior passagem de luz quando comparada ao dissilicato de lítio. Os materiais restauradores indiretos estudados apresentaram comportamentos distintos com relação à passagem de luz. O tipo de aparelho fotoativador influenciou a irradiância através dos diferentes materiais restauradores.

Descritores: luz cerâmica; polimerização; materiais dentários

ABSTRACT

This study evaluated the influence of different types of restorative indirect materials (zirconium oxide and lithium disilicate) in transmittance of light emitted by different types of curing units. Discs with 1 mm thickness and 10 mm diameter were prepared from the indirect restorative materials: IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent) and IPS e.max (Ivoclar Vivadent). A nanofluorapatite ceramic (IPS e.max, Ivoclar Vivadent) was applied over the indirect materials with 1 mm thickness. Five different light curing units were tested: Arc Light II (Air Technologies), ColtoLux LED (Coltène Whaledent), Elipar Free Light 2 (3M ESPE), Astralis 10 (Ivoclar Vivadent) and Ultralume 5 (Ultradent), which was used in regular mode, only light blue and only violet. The Irradiance through different restorative materials was measured using a spectroradiometer (DAS 2100, Labsphere) associated with a specific software (Spectra Suite, Ocean Optics). Data were analyzed by two-way analysis of variance and Tukey test ($p \leq 0,05$). The plasma arc curing unit (Arc Light II) showed the highest irradiance values through different restorative materials, while the light source Ultralume 5, violet mode, showed the lowest irradiance values through different restorative materials. The zirconia allowed higher light intensity passed through it when compared to lithium disilicate. The indirect restorative materials tested showed distinct properties regarding the transmittance of light. Type of curing unit significantly influenced the Irradiance through different restorative materials.

Descriptors: Ceramics light; polymerization; dental materials

RELEVÂNCIA CLÍNICA

O tipo de material restaurador indireto e os diferentes aparelhos fotoativadores afetam a transmissão da luz. A redução na quantidade de energia irradiante que atinge o cimento resinoso pode comprometer o grau de polimerização do mesmo, afetando suas propriedades e a longevidade da restauração.

INTRODUÇÃO

As restaurações indiretas livres de metal são uma realidade na Odontologia Restauradora, pois podem mimetizar adequadamente as características estéticas e mecânicas do elemento dental. As cerâmicas odontológicas possuem diferentes composições, morfologias dos cristais e também podem variar de acordo com sua indicação clínica.^{1,2} Esses materiais cerâmicos são, normalmente, compostos por uma fase vítrea e uma fase cristalina. Quanto maior a quantidade de fase vítrea no interior do material, melhor estética, maior transmissão de luz, porém, menor resistência mecânica. Por outro lado, o aumento no conteúdo cristalino permite aos materiais cerâmicos melhores propriedades mecânicas.^{3,4}

As cerâmicas à base de dissilicato de lítio apresentam excelentes propriedades estéticas e alta translucidez. Isso ocorre devido ao índice de refração dos cristais de dissilicato de lítio ser semelhante ao da matriz vítrea⁵. Os cristais de dissilicato de lítio têm comprimento de 0,5 a 4,0 μm e formam uma estrutura interconectada proporcionando resistência acima de 300 MPa. As cerâmicas à base de zircônia (ZrO_2) apresentam redução ou eliminação completa da fase vítrea, resultando em um material de alto conteúdo cristalino, com menor qualidade estética e translucidez reduzida. Com isso podem ser empregadas como material para a confecção de infraestruturas de próteses fixas parciais extensas.⁶

Quanto ao comportamento da luz no interior do material restaurador, as cerâmicas são materiais que possuem duas ou mais fases e, desta maneira, quando um feixe de luz incide, numerosas reflexões e refrações de luz ocorrem nos limites destas fases, desencadeando um espalhamento de luz. O grau de espalhamento de cada material depende do comprimento de onda da luz incidente,^{7,8} do tamanho das partículas, da composição de cada fase e, conseqüentemente, dos seus índices de refração, além da porosidade presente no material.³ Dessa maneira, quanto maior o espalhamento da luz, menor a transmissão dela no interior do material.⁴ Com isso, cada tipo de cerâmica utilizada para confecção de uma restauração indireta apresentará um comportamento distinto frente à luz incidente e, conseqüentemente, o grau de polimerização de um cimento resinoso fotoativado sob estes materiais poderá ser afetado. Clinicamente, esse efeito é de extrema importância para a qualidade dos procedimentos restauradores odontológicos.

A perda de energia radiante através de um material restaurador indireto posicionado sobre um cimento resinoso pode levar a redução no grau de conversão do cimento e, conseqüentemente, redução nas suas propriedades físicas. Assim, quantificar essa atenuação é de extrema importância para que se consiga compensar

a perda da intensidade da luz através de, por exemplo, um aumento do tempo de exposição ou da irradiância para que o cimento atinja as propriedades desejadas.

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência do tipo de material restaurador indireto (dissilicato de lítio e zircônia) na transmitância da luz emitida por diferentes fontes de fotoativação (arco de plasma, diodo emissor de luz – LED e lâmpada halógena).

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise da passagem de luz foi realizada, em diferentes comprimentos de onda dos aparelhos fotoativadores, através de dois tipos de materiais restauradores odontológicos indiretos: à base óxido de zircônio (cor MO1, bloco C15, IPS e.Max Zircad, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e uma cerâmica à base de dissilicato de lítio (pastilha cor MO1, IPS e.Max, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Foram confeccionados 5 discos com 1 mm de espessura e 10 mm de diâmetro para cada um dos diferentes materiais restauradores indiretos (Figuras 1A e 1B). Em seguida, ambas as estruturas foram cobertas com uma cerâmica à base de nanofluorapatita (IPS e.Max Ceram, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) na cor A3 com 1 mm de espessura, resultando em corpos de prova com 2 mm espessura final. A mensuração das dimensões dos corpos de prova foi realizada através de um micrômetro digital (Mitutoyo Corporation, Kawasaki, Japão).

As fontes de luz utilizadas neste estudo foram avaliadas quanto aos espectros de luz emitidos, as potências e a uniformidade da saída de luz. Cinco diferentes aparelhos fotoativadores foram testados: Arc Light II (Air Techniques, Costa Mesa, CA, EUA), ColtoLux LED (Coltène Whaledent, Altstätten, Suíça), Elipar Free Light 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), Astralis 10 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Ultralume 5 (Ultradent, South Jordan, UT, EUA). Para o aparelho Ultralume 5, foram utilizados os modos de ativação com luz azul, violeta e ambas (total).

Para determinar o espectro de luz emitido pelos diferentes aparelhos fotoativadores utilizados neste estudo, foram realizadas medições e calibrações em diferentes equipamentos. Foi determinada a potência emitida pela fonte de luz utilizando um radiômetro (Fieldmate, Coherent Inc., Portland, OR, EUA). Esse valor foi utilizado como referência para os diferentes equipamentos utilizados. Em seguida, foi utilizado um espectroradiômetro (DAS 2100, Labsphere Inc., North Sutton, NH, EUA) associado a um software específico (versão do software: 5.1, Spectra Suite Ocean Optics Inc., Dunedin, FL, EUA) para determinar o espectro de luz emitido pelos aparelhos e a distribuição da energia irradiada através dos diferentes comprimentos de onda.

Na avaliação da quantidade de luz que passa através do material, foi utilizado o mesmo espectroradiômetro (DAS 2100, Labsphere Inc., North Sutton, NH, EUA) acoplado também ao software (software version 5.1, Spectra Suite, Ocean Optics Inc., Dunedin, FL, EUA). Uma laminula de vidro de, aproximadamente, 0,1 mm (Fisher Scientific Inc., Suwanee, GA, EUA) foi

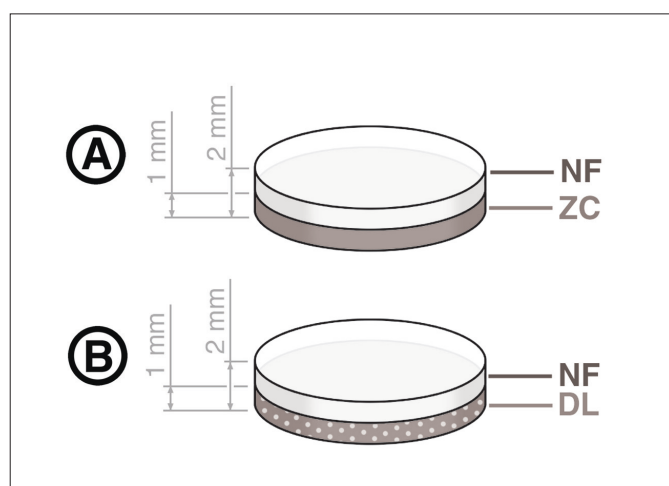


FIGURA 1

Esquema ilustrativo dos corpos-de-prova confeccionados para o estudo. A - Disco confeccionado com estrutura a base de zircônia (ZC); B - Disco confeccionado com estrutura a base de dissilicato de lítio (DL)

posicionada na abertura no equipamento espectroradiômetro e os aparelhos fotoativadores posicionados de forma que as pontas dos mesmos permanecessem paralelas à superfície da laminula. Para as mensurações, cada aparelho foi ligado por 40 segundos e os dados, assim como, o espectro de luz foram obtidos com o software. Antes disso, as amostras dos materiais indiretos foram posicionadas sobre a laminula, centralizando as extremidades das mesmas na abertura da esfera integradora (DAS 2100, Labsphere Inc., North Sutton, NH, EUA). Foram realizadas cinco repetições por aparelho fotoativador para o cálculo da média de cada grupo experimental. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística (análise variância de 2 fatores e teste de Tukey).

RESULTADOS

Os valores médios de irradiância foram calculados, em porcentagem, a partir dos valores utilizados como controle, sem interposição de material restaurador, considerando esse 100%. Os valores médios de irradiância, através dos dois materiais restauradores, assim como os resultados para os diferentes aparelhos fotoativadores, estão apresentados na Tabela 1. Quando as luzes dos aparelhos fotoativadores passaram através da zircônia, obtiveram-se maiores valores médios de irradiância, diferindo estatisticamente do dissilicato de lítio. Com relação aos aparelhos fotoativadores também se observou diferença estatística entre eles. O aparelho de arco de plasma (Arc Light II) proporcionou os maiores valores médios de irradiância através dos materiais indiretos estudados, seguido de Coltolux LED, Elipar Freelight 2, Astralis 10, Ultralume 5 Total e Ultralume 5 luz azul, os quais não diferiram entre si. Já o Ultralume 5 com luz violeta apresentou os menores valores médios de irradiância através dos materiais indiretos. Não foi encontrada interação entre os fatores cerâmica e o

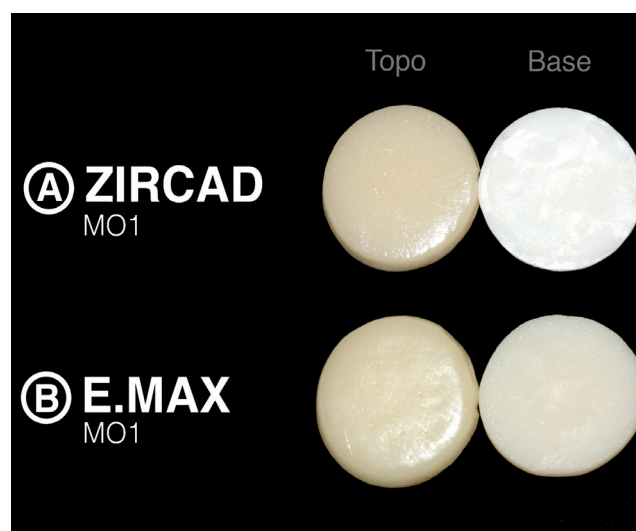


FIGURA 2

Aspecto da base do disco contendo a zircônia (A) e a base de dissilicato de lítio (B)

tipo de aparelho fotoativador utilizado ($p = 0,101$).

DISCUSSÃO

O comportamento da luz visível no interior dos materiais odontológicos é um fator determinante para as reações de polimerização desencadeadas nas resinas compostas para restaurações diretas e nos cimentos resinosos. Isso tem influência significativa nas propriedades físicas e na durabilidade das restaurações diretas e protéticas.⁹ As partículas inorgânicas, assim como, outros componentes e a estrutura do material restaurador indireto podem ter grande influência na atenuação da luz, que ocorre através do material. Atenuação é a redução da intensidade de luz incidente ou transmitida podendo ser calculada em porcentagem.¹⁰ Estudos mostram que a atenuação é inversamente proporcional ao tamanho do comprimento de onda da luz, isto é, a transmissão de luz aumenta com o aumento do comprimento de onda.^{7,11}

A variação no comportamento óptico das cerâmicas odontológicas pode ser explicada pelos diferentes índices de refração desses materiais e o volume da porção cristalina. Quanto maior a diferença entre os índices de refração das fases que compõem o material, maior será o espalhamento de luz no interior do material.^{3,4,12} Considera-se, portanto, que cerâmicas com menos fase cristalina são mais translúcidas que aquelas que contêm uma maior concentração.^{3,5} No entanto, os resultados obtidos do presente estudo não comprovaram esta tendência.

Uma possível explicação é a diferença na coloração dos discos dos materiais testados, embora ambos os materiais serem na cor MO 1 (Figura 2). Entretanto, para o disco de Zircad (óxido de zircônio) a cor do bloco para a confecção do corpo de prova é branca, enquanto para o disco do dissilicato de lítio foi utilizado a pastilha de opacidade média. Outras colorações de pastilha para o IPS e-

Aparelho Fotoativador	Material Restaurador Indireto	
	Zircônia + Cerâmica de cobertura	Dissilicato + Cerâmica de cobertura
Arc Light II	9,4 (0,7) Aa	8,2 (1,0) Ab
ColtoLux LED	8,1 (0,4) Ba	5,5 (0,4) Bb
Elipar Free Light 2	8,2 (0,4) Ba	6,3 (0,5) Bb
Astralis 10	7,7 (0,2) Ba	5,4 (0,2) Bb
Ultralume 5 (luz total)	8,5 (0,4) Ba	5,5 (0,4) Bb
Ultralume 5 (luz azul)	8,5 (0,7) Ba	5,9 (0,5) Bb
Ultralume 5 (luz violeta)	3,2 (0,8) Ca	1,6 (0,3) Cb
Letras maiúsculas – comparam “fonte de fotoativação” para o mesmo material restaurador indireto (coluna). Letras minúsculas – comparam “cerâmicas” para o mesmo aparelho fotoativador (horizontal).		

TABELA 1

Valores médios da irradiância (%) através dos materiais restauradores indiretos estudados em relação ao tipo de aparelho fotoativador utilizado (n=5)

-max Press são a HO (mais opaca), HL (alta translucidez) e a LT (que corresponde à cor A2 opaco da escala VITAPAN Lumin Vacuum (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha). Isso significa que a base do disco de IPS e-max Zircad era branca e a peça de dissilicato de lítio de opacidade média sem uma cor correspondente com fidelidade na escala VITAPAN.

A atenuação da luz de aproximadamente 90 a 98% com relação à luz incidente na superfície durante sua passagem através dos materiais foi devido principalmente à espessura de 2 mm dos discos. A cor utilizada na cerâmica de cobertura (cor A2) também ajudou parcialmente no bloqueio da luz por não se tratar de uma peça com alta translucidez, entretanto é uma tonalidade bastante utilizada clinicamente nas peças protéticas.

Com relação ao espalhamento da luz no interior da cerâmica, ele é dependente do tamanho dos poros, assim o espalhamento máximo ocorre quando o tamanho do poro possui a mesma magnitude do comprimento de onda incidente no material.⁵ Apesar da porosidade das cerâmicas à base de dissilicato de lítio ser pequena, a distribuição dos poros pode também ter influenciado na transmissão de luz no interior do material. A translucidez das cerâmicas também pode ser afetada pela sua espessura, microestrutura e pelo número de ciclos de queima realizados no seu processamento.⁵ Esta afirmação foi comprovada por um estudo,³ cujos autores aplicaram uma cerâmica de dentina sob cerâmicas de infraestrutura, semelhante ao que foi realizado neste trabalho. A opacidade dos espécimes de infraestrutura aumentou após a aplicação da cerâmica. As possíveis razões para esse au-

mento incluem a presença da estrutura da cerâmica com uma variedade de componentes cristalinos, o aumento na espessura dos espécimes, a refletância na interface entre a infraestrutura e a porcelana, porosidade entre as camadas e as mudanças nos constituintes do material de infraestrutura devido aos ciclos de queima adicionais. Esses fatores podem ter tido maior influência na cerâmica à base de dissilicato de lítio que a de zircônia.

Além dos diferentes tipos de materiais protéticos, outro fator analisado foi o tipo de aparelho fotoativador. O aparelho que apresentou maior irradiância através dos materiais restauradores foi o arco de plasma (Arc Light II). Esse aparelho apresenta, basicamente, dois eletrodos de tungstênio separados por uma pequena distância e, quando uma corrente elétrica de grande energia é induzida aos mesmos, o gás presente no sistema é ionizado, produzindo um “arco de plasma”. Este aparelho apresenta uma potência média de 927,2 mW e um espectro de luz que varia entre 380 a 500 nm. Essa alta potência do aparelho proporciona um maior fluxo radiante ($9,87 \pm 0,4$ mW/nm), que explicaria a maior passagem da luz através dos diferentes materiais restauradores.

Os demais aparelhos apresentaram valores de fluxo radiante médio variados. O aparelho ColtoLux LED apresentou um valor médio de $7,80 \pm 0,2$ mW/nm, enquanto o aparelho Elipar Free Light 2 $8,86 \pm 0,3$ mW/nm e o aparelho Astralis 10 $5,78 \pm 0,2$ mW/nm. Para o aparelho Ultralume 5, foram utilizados os modos de ativação com luz azul com $8,94 \pm 0,3$ mW/nm, violeta com $2,38 \pm 0,1$ mW/nm e a total $8,12 \pm 0,3$ mW/nm. O aparelho Ultralume 5, no modo de ativação violeta, apresentou os menores valores médios de fluxo radiante através dos materiais restauradores. Essa perda de energia se dá devido ao efeito de dispersão da luz no interior do material. A razão (R) entre comprimento de onda (λ) e a dispersão se dá pela fórmula $R=1/\lambda^4$, ou seja, para um mesmo material, quanto menor o comprimento de onda, maior a dispersão da luz.¹³ Utilizando-se dessa fórmula, pode-se determinar que a luz violeta apresente uma dispersão dentro do material aproximadamente duas vezes maior quando comparada a luz azul. É importante observar que, para uma restauração indireta com estrutura de zircônia de 1 mm de espessura e cobertura de mais 1 mm, espera-se um significativo atenuação (96,2%) considerando-se a irradiância total do aparelho com luz violeta. Essa perda foi ainda maior para os materiais a base de dissilicato de lítio, com perda de cerca de, 98,4%.

A avaliação da penetração da luz nas cerâmicas odontológicas é um fator determinante para o correto processo de polimerização dos compósitos odontológicos. Uma análise do grau de conversão nos cimentos resinosos posicionados sob os diferentes materiais restauradores, assim como uma avaliação do comportamento dos diferentes comprimentos de onda no interior dos materiais se faz necessária. É importante que o cirurgião-dentista se atente para o comportamento das luzes e possa, assim, desenvolver técnicas para contornar esses problemas, como por exemplo, aumentar o tempo de

exposição, utilizar aparelhos que produzam maior intensidade de luz e empregar materiais de cimentação de cura química ou de dupla polimerização.

CONCLUSÃO

A cerâmica de estrutura à base de dissilicato de lítio reduziu mais a transmissão da luz emitida pelos diferentes aparelhos fotoativadores, quando comparada à zircônia. O aparelho fotoativador arco de plasma promoveu os maiores valores de irradiância através dos diferentes materiais restauradores, enquanto o aparelho Ultralume 5, no

modo de luz violeta, apresentou os menores valores de irradiância.

APLICAÇÃO CLÍNICA

Nos procedimentos de cimentação de peças protéticas em cerâmica pura, os cirurgiões-dentistas devem saber que a luz azul do aparelho fotoativador é fortemente atenuada pelas peças protéticas. Nesses casos, o material de cimentação deve ter boa reação química de autopolimerização pela mistura das pastas. O tempo de foto-ativação deve ser aumentado e existe a necessidade do uso de aparelhos com forte emissão de luz e densidade de energia.

REFERÊNCIAS

1. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2007 Nov;98(5):389-404.
2. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am.* 2007 Apr;51(2):333-57, viii.
3. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *J Prosthet Dent.* 2002 Jul;88(1):10-5.
4. 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.
5. 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.
6. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Y-TZP ceramics: key concepts for clinical application. *Oper Dent.* 2009 May-Jun;34(3):344-51.
7. Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res.* 1980 Jan;59(1):70-5.
8. Santos GB, Medeiros IS, Fellows CE, Muench A, Braga RR. Composite depth of cure obtained with QTH and LED units assessed by microhardness and micro-Raman spectroscopy. *Oper Dent.* 2007 Jan-Feb;32(1):79-83.
9. Watts DC, Cash AJ. Analysis of optical transmission by 400-500 nm visible light into aesthetic dental biomaterials. *J Dent.* 1994 Apr;22(2):112-7.
10. Kawaguchi M, Fukushima T, Miyazaki K. The relationship between cure depth and transmission coefficient of visible-light-activated resin composites. *J Dent Res.* 1994 Feb;73(2):516-21.
11. Arikawa H, Fujii K, Kanie T, Inoue K. Light transmittance characteristics of light-cured composite resins. *Dent Mater.* 1998 Nov;14(6):405-11.
12. Emami N, Sjö Dahl M, Söderholm KJ. How filler properties, filler fraction, sample thickness and light source affect light attenuation in particulate filled resin composites. *Dent Mater.* 2005 Aug;21(8):721-30.
13. Miles RB, Lempert WR, Forkey JN. Laser Rayleigh scattering. *Meas Sci Technol.* 2001 May;12(5):R33-R51.