

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE SAÚDE E BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM DENTÍSTICA

DÉBORA LONGHI

**AVALIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DE LUZ EM RESINAS COMPOSTAS
MICROHÍBRIDAS E NANOPARTICULADAS**

CURITIBA

2013

DÉBORA LONGHI

**AVALIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DE LUZ EM RESINAS COMPOSTAS
MICROHÍBRIDAS E NANOPARTICULADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Odontologia – Área de Concentração em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Roberto Vieira

CURITIBA

2013



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

TERMO DE APROVAÇÃO

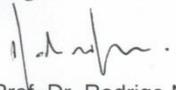
DÉBORA LONGHI

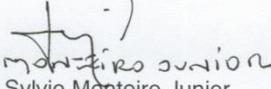
AVALIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DE LUZ EM RESINAS COMPOSTAS MICROHÍBRIDAS E NANOPARTICULADAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de **Mestre em Odontologia**, Área de Concentração em **Dentística**.

Orientador(a):


Prof. Dr. Sérgio Vieira
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR


Prof. Dr. Rodrigo Nunes Rached
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR


Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFSC

Curitiba, 05 de abril de 2013.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Vilmar e Leonilce**, por viabilizarem a realização deste sonho, e motivarem meu crescimento intelectual, minha eterna gratidão e carinho.

Às minhas irmãs, **Naiara e Leticia**, por estarem sempre ao meu lado, sempre na torcida, na primeira fila, me dando forças e vibrando com minhas conquistas.

Ao **Prof. Dr. Sérgio Vieira**, pela orientação, sabedoria e amizade que impulsionaram a realização deste trabalho.

Aos Professores, e agora amigos, **Evelise, Rodrigo e Rui**, por todo o conhecimento transmitido durante esta caminhada.

Aos colegas de turma **Fernanda, Menandro, Raisal e Renan**, pela amizade e companheirismo que conquistamos ao longo destes dois anos.

Aos funcionários da clínica de odontologia, especialmente à **Neide Reis Borges**, secretária do programa de pós-graduação em odontologia, pela paciência e presteza diante de qualquer situação.

SUMÁRIO

1. ARTIGO EM PORTUGUÊS

Página de Título	06
Resumo	07
Palavras-chave	07
Introdução	08
Materiais e Método	10
Resultados	12
Discussão	14
Conclusão	17
Referências	18

2. ARTIGO EM INGLÊS

Title Page	20
Abstract	21
Keywords	21
Introduction	22
Methods & Materials	23
Results	25
Discussion	26
Conclusion	29
References	30
Tables	32
Graphs	33

3. ANEXOS

ANEXO 1 – Figuras	35
ANEXO 2 – Revisão de Literatura	36
ANEXO 3 – Estatística Completa	43
ANEXO 4 – Normas para publicação – Operative Dentistry	53

AVALIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DE LUZ EM RESINAS COMPOSTAS MICROHÍBRIDAS E NANOPARTICULADAS

Longhi D¹, Vieira S²

¹Estudante de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

²Professor Titular, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

Endereço de correspondência do autor:

Rua Imaculada Conceição, 1155, CEP: 80215-901 – Curitiba – Paraná – Brasil

Fone: +55 (41) 3271-1637 Fax: +55 (41) 3271-1405

Email: s.vieira@pucpr.br

Palavras-chave: Resina composta. Fotopolimerização. Transmitância de luz.

AVALIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DE LUZ EM RESINAS COMPOSTAS MICROHÍBRIDAS E NANOPARTICULADAS

Introdução: A eficiência do processo de fotopolimerização das resinas compostas depende, dentre vários fatores, da composição desta resina e da espessura do incremento a ser polimerizado. O grau de polimerização é proporcional à quantidade de luz a que este material é exposto, variando de acordo com a penetração do feixe de luz no material. **Objetivo:** o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da espessura da resina composta e a influência da composição das resinas compostas na transmitância da luz emitida por um aparelho tipo LED. **Método:** Espécimes de 3 diferentes espessuras (1mm, 2mm e 4mm) foram confeccionados utilizando as resinas compostas Filtek Z350 e Charisma, ambas na cor A2 de esmalte (n=30). A medida da transmitância de luz foi realizada durante a polimerização. Cada espécime foi polimerizado por 20 segundos com um aparelho tipo LED com 1.200 mW/cm^2 de potência. A leitura da transmitância de luz foi realizada por um cabo de fibra ótica acoplado a um espectrômetro USB 4000. Os dados numéricos para a intensidade de luz que passou através da resina composta (Intensity-Counts) foram obtidos pelo software Spectra Suite. **Resultados:** Considerando a espessura de 1mm, os valores para Charisma ($17,76 \pm 5,16$) e Z350 ($15,25 \pm 3,85$) não apresentaram diferença estatística. Porém, quando considerada a espessura de 2mm, pode-se observar valores mais altos para Z350 ($15,01 \pm 4,94$) do que para Charisma ($10,47 \pm 2,85$). Espécimes com 4mm de espessura apresentaram valores inferiores para ambas as resinas, sendo os valores encontrados para Charisma ($3,85 \pm 0,70$) mais baixos que os encontrados para Z350 ($5,41 \pm 0,8$). **Conclusão:** A espessura da resina composta e a sua composição inorgânica tem influência sobre o fenômeno de transmitância de luz, sendo a nanoparticulada aquela que apresentou melhores resultados. Em relação à espessura pode-se concluir que a transmitância de luz é melhor em incrementos de até 2mm, sendo sensivelmente prejudicada com o aumento da espessura do compósito.

Palavras-chave: Resina composta. Fotopolimerização. Transmitância de luz.

INTRODUÇÃO

Uma polimerização completa da resina composta é determinada pelo grau de conversão dos monômeros em polímeros, indicando o número de grupamentos metacrilatos que reagiram uns com os outros durante o processo de conversão¹. Dentre vários fatores, incluindo as características inerentes à fonte de luz (como intensidade, comprimento de onda e tempo de exposição, por exemplo), a eficiência deste processo depende também da espessura do incremento de resina composta e da sua composição^{1, 2}.

Diferenças na matriz polimérica, no agente de união e no tamanho, forma e tipo das partículas de carga afetam várias propriedades do material restaurador. Nos últimos anos, um dos mais importantes avanços neste campo foi a aplicação da nanotecnologia nas resinas compostas. Enquanto o tamanho das partículas de carga fica perto de 0,04-20 μ m nos compósitos híbridos e 0,7-3,6 μ m nos compósito microhíbridos, resinas compostas com partículas de carga com tamanhos entre 5-100nm vem sendo desenvolvidas e utilizadas³. Partículas de carga nanométricas melhoram as propriedades ópticas do material, uma vez que seu diâmetro equivale a uma fração do comprimento de onda de luz visível⁴, fato que pode estar intimamente relacionado à transmitância de luz.

A transmitância de luz através da resina composta consiste em uma transmissão difusa e em linha reta, resultante do espalhamento de luz na superfície das partículas de carga. À medida que a espessura desta resina composta aumenta, uma maior dispersão de luz dentro do próprio material pode ocorrer⁵.

Partindo do princípio de que a conversão dos monômeros resinosos em polímeros durante a fotopolimerização é influenciada pelo comprimento de onda e intensidade da luz, e que esta luz ao entrar em contato com as partículas de carga e matriz resinosa se espalha perdendo intensidade, e considerando ainda que todo incremento de resina tem uma determinada espessura, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da espessura da

resina composta e a influência das partículas de carga na transmitância da luz emitida por um aparelho tipo LED.

MÉTODO

1. Confeção dos espécimes

Neste estudo foram utilizadas a resina composta nanoparticulada Filtek Z 350 (3M-ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA) e a resina composta microhíbrida Charisma (Heraeus Kulzer, GmbH, Wehrheim, Alemanha), ambas na cor A2 de esmalte. A principal diferença entre estas resinas está na composição inorgânica: conteúdo, forma e tamanho das partículas de carga (Tabela 1).

Para confecção dos espécimes utilizou-se matrizes metálicas de aço inoxidável, em 3 diferentes espessuras: 1mm, 2mm e 4mm. Um total de trinta espécimes para cada espessura e para cada resina composta foi feito como segue: cada matriz foi posicionada sobre uma lâmina de vidro interposta por uma tira de poliéster. A resina composta foi inserida no interior da matriz e coberta por uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro. As lâminas foram levemente pressionadas uma contra a outra a fim de garantir a correta espessura dos espécimes (Figura 1).

2. Medida da transmitância de luz

A medida da transmitância de luz foi realizada durante a polimerização. Cada espécime foi polimerizado durante 20 segundos com o aparelho tipo LED Radium-cal (SDI, Bayswater, Victoria, Australia) com 1.200 mW/cm^2 de potência, checado regularmente com um radiômetro.

Depois de preenchida com resina composta, a matriz foi presa em um suporte metálico que a manteve em posição vertical (Figura 2). O aparelho de LED foi posicionado de um lado da matriz e o cabo de fibra ótica, acoplado espectrômetro USB 4000 (Ocean Optics, Dunedin, EUA), foi posicionado do outro lado (Figura 3). A distância entre o LED e a matriz foi padronizada em 2mm. O aparelho de LED foi acionado ao mesmo tempo em que a leitura foi iniciada. Os dados numéricos para a intensidade de luz que passou através da resina composta foram obtidos por meio do software Spectra Suite (Ocean

Optics, Dunedin, EUA), e foram tabulados apenas aqueles correspondentes ao comprimento de onda de 468 nm.

3. Análise estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o Programa SPSS 18.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Utilizou-se, para comparar os valores médios para variável dependente Intensidade (Intensity-Counts) segundo resina composta e espessura, ANOVA a dois critérios. Para comparação múltipla entre os diferentes tratamentos foi aplicado o teste de Games-Howell, para variâncias heterogêneas, uma vez que o teste de homogeneidade de variância de Levene indicou variâncias heterogêneas entre resina composta e espessura.

Tabela 1. Composição das resinas compostas.

RESINA COMPOSTA	FABRICANTE	MATRIZ ORGÂNICA	CARGA INORGÂNICA
Charisma	KULZER	Bis-GMA TEGDMA	Dióxido de Silício altamente disperso com 0,02 a 0,07 μ m, Vidro bário alumínio fluoretado (0,02 a 2 μ m), com tamanho médio de 0,7 μ m.
Filtek Z 350	3M-ESPE	Bis-GMA UDMA Bis-EMA TEGDMA	Combinação de agregados de matriz de Zircônia/Sílica com tamanho médio de partícula de 0,6 a 1,4 μ m com tamanho de partícula primário de 5 a 20nm e uma incorporação de Sílica de 20nm, não aglomerada/não agregada .

Fonte: MSDS

RESULTADOS

As médias dos valores obtidos para a variável Intensidade (Intensity-Counts) segundo Resina Composta e Espessura estão na Tabela 2. Os maiores valores para transmitância de luz foram encontrados para Charisma 1mm, enquanto os menores valores foram obtidos para Charisma 4mm.

A comparação entre as resinas compostas com espessura de 1mm não mostrou diferença estatística, entretanto com 2mm pode-se observar valores maiores para Z350 do que para Charisma. Espécimes com 4mm de espessura apresentaram diferença estatística para ambas as resinas, sendo a Charisma aquela que apresentou as menores médias (Gráfico 1).

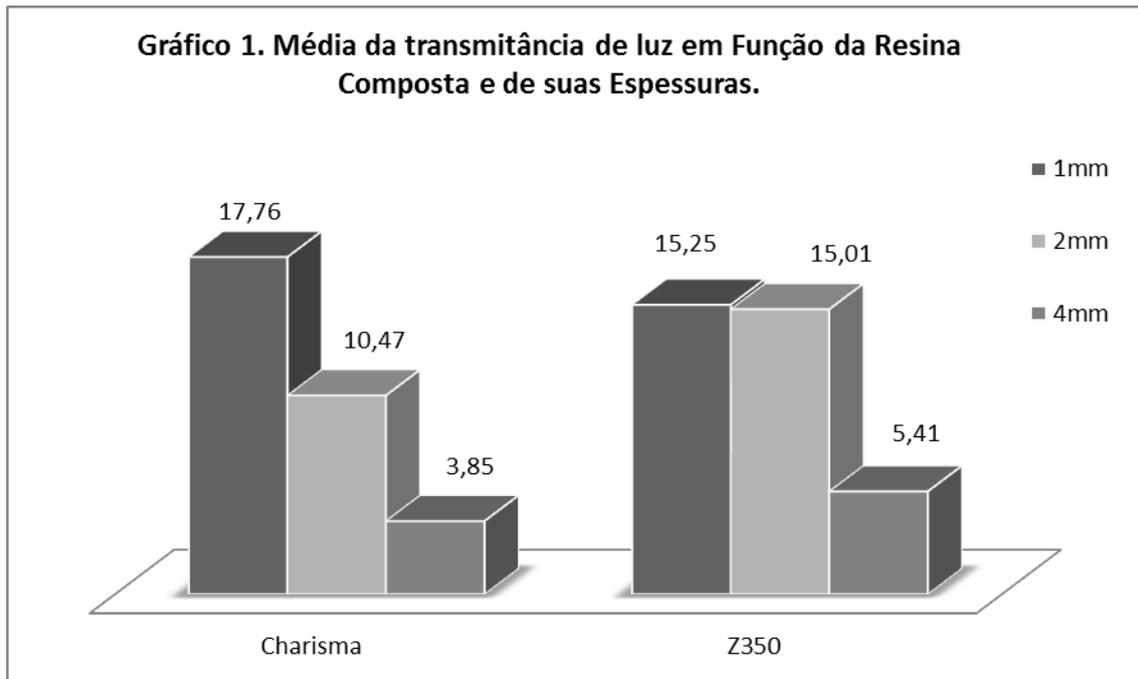
Na avaliação da resina composta Z350 com diferentes espessuras, os resultados mantiveram-se muito próximos quando comparadas 1mm e 2mm, diferentemente da espessura de 4mm que apresentou resultados estatisticamente inferiores.

O mesmo não pôde ser observado para Charisma, que mostrou resultados estatisticamente diferentes quando comparadas as 3 espessuras, sendo que de 1mm pra 2mm a transmitância de luz diminuiu consideravelmente. A espessura de 4mm teve os menores resultados entre todos os grupos.

Tabela 2: Valores médios de intensidade de luz ($\times 10^3$ unidade) e desvios-padrão ($\times 10^3$ unidade) para cada resina composta em função das espessuras avaliadas.

	1mm	2mm	4mm
Charisma	17,76 (5,16)a,A	10,47 (2,85)b,B	3,85 (0,7)c,C
Filtek Z350	15,25 (3,85)a,A	15,01 (4,94)a,A	5,41 (0,8)b,C

Valores médios seguidos por letras minúsculas diferentes em linha e letras maiúsculas diferentes em coluna apresentam diferença estatisticamente significativa, com nível de significância de 5%.



DISCUSSÃO

As resinas compostas podem apresentar diferenças na formulação em função das suas indicações, como restaurações, selantes, cimentos, material provisório, entre outros. Em relação à composição, estes materiais apresentam uma matriz polimérica, geralmente um dimetacrilato, reforçado por partículas de carga, um agente de ligação silano para unir a carga à matriz, e produtos químicos que promovem e modulam a reação de polimerização⁶. Neste estudo, o conteúdo e o tamanho das partículas de carga é a principal diferença entre os dois materiais.

A resina composta nanoparticulada Z350 é composta por partículas de zircônia e sílica com tamanho variando entre 4 a 20 nanômetros. Estas partículas são esféricas, e constituem aglomerados que são incorporados a matriz orgânica da resina. A resina composta microhíbrida Charisma é composta por partículas irregulares de fluoreto de bário e alumínio com tamanho médio de 20 μm ⁷. *Arikawa et al.* encontraram diferenças na transmitância de luz em um estudo onde formularam resinas compostas experimentais com partículas de carga de diferentes formas e tamanhos, sugerindo que as características do conteúdo inorgânico incorporado ao material podem levar a diferenças significantes na transmissão de luz⁸. A existência de uma forte dependência entre a quantidade de luz que passa através da resina composta e o tamanho, diâmetro e densidade das partículas de carga também foi relatada em outros estudos^{5,9,10,11}. Estes achados estão em concordância com o presente estudo, uma vez que pudemos observar diferenças estatísticas para transmitância de luz entre os materiais avaliados, em função da espessura.

A relação entre a transmitância de luz e a matriz orgânica da resina composta foi avaliada por *Azzopardi et al.* que formularam resinas compostas experimentais sem quaisquer conteúdo de carga, e concluíram que não houve diferença estatística significativa para os valores de transmitância nas diferentes formulações¹². As resinas compostas utilizadas no presente estudo apresentam diferenças na composição da matriz orgânica. Apesar de

cada monômero resinoso possuir um índice de refração de luz diferente, as resinas são compostas por uma mistura destes monômeros, sendo difícil a exata quantificação de cada valor em separado¹³.

Apesar de não existirem relatos consistentes na literatura de que a composição da matriz orgânica tem influência direta sobre a transmitância de luz em resinas compostas, diferenças relacionadas à transmitância em função do estágio de polimerização da matriz orgânica já foram relatadas. No estágio inicial da polimerização uma maior porcentagem de duplas ligações de carbono está reagindo para formar cadeias poliméricas, e quando a máxima polimerização é atingida, uma complexa rede de polímero é formada¹⁴. Santos *et al.* sugere que a ordenação da rede de polímeros depois da polimerização permite que a luz passe mais facilmente através da amostra⁹, o que pode estar relacionado com uma maior transmitância de luz através do material. Durante a polimerização, o índice de refração de luz da matriz da resina composta aumenta à medida que o sistema polimérico se torna mais denso, o mesmo não acontece com o índice de refração de luz das partículas de carga, pois este se mantém constante¹⁵. O fato de que a medida da transmitância de luz foi feita durante a polimerização é um diferencial neste estudo, uma vez que a maioria das pesquisas é realizada com espécimes de resina polimerizados.

No presente estudo, a resina composta Charisma mostrou uma diminuição da transmitância de luz relacionada com o aumento da espessura. A resina composta Z350 seguiu o mesmo padrão, apesar da diferença dos valores encontrados de 1,0mm para 2,0mm ser estatisticamente insignificante. O aumento da espessura dos espécimes produz uma maior dispersão da luz nas partículas de carga dentro da resina composta e causa uma maior atenuação da intensidade de luz através desta resina¹⁶. Este mesmo comportamento se repete em outros estudos^{5,9,17}, provando que o aumento da espessura do compósito está intimamente relacionado com a diminuição da transmitância de luz pelo material.

Na espessura de 2mm, encontra-se uma maior transmitância de luz para a resina composta Z350. O fato dos nanocompósitos permitirem uma maior transmitância de luz quando comparados com os microhíbridos

pode ser atribuído à diferença no tamanho das partículas de carga destas resinas compostas^{9,18}.

A cor A2 de esmalte foi utilizada no presente estudo para ambas as resinas compostas. Um estudo que avaliou resinas compostas com a mesma composição orgânica e inorgânica, porém com diferentes matizes – A1, A2, A3, A3,5 e A,4 – mostrou que existe uma melhor transmitância das mais claras para as mais escuras¹⁹. Existe ainda uma diferença na transmitância de luz quando comparadas resinas compostas translúcidas, de esmalte, de corpo, de dentina e opacas, sendo as resinas translúcidas aquelas que apresentam melhores resultados²⁰.

A influência da composição das resinas compostas nos fenômenos de transmissão de luz é certa, sendo o tamanho das partículas de carga um fator relevante dentro deste contexto. Outro dado importante diz respeito à espessura do espécime, enfatizando o senso comum a respeito de que incrementos de resina composta maiores que 2mm não permitem uma adequada polimerização do material. O cirurgião-dentista deve estar sempre atento as variáveis a respeito da polimerização de resinas compostas, uma vez que este é um passo clínico importante para o sucesso e longevidade da restauração.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações do presente estudo pode-se concluir que existe diferença estatística para transmitância entre as resinas compostas avaliadas em função da espessura. A transmitância de luz é melhor em incrementos de até 2mm, sendo sensivelmente prejudicada com o aumento da espessura do compósito. A resina composta nanoparticulada apresentou melhores resultados quando comparadas com a resina microhíbrida.

REFERÊNCIAS

1. García AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB & Galve PF (2006) Composite resins. A review of the materials and clinical indications *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* **11(2)** 215-220.
2. Malhotra N & Mala K (2010) Light-curing considerations for resin-based composite materials: a review. Part II *Compendium of Continuing Education in Dentistry* **31(8)** 584-591.
3. Rastelli AN, Jacomassi DP, Faloni AP, Queiroz TP, Rojas SS, Bernardi MI, Bagnato VS & Hernandez AC (2012) The filler content of the dental composite resins and their influence on different properties *Microscopy Research Technique* **75(6)** 758-765.
4. Mitra SB, Wu D & Holmes BN (2003) An application of nanotechnology in advanced dental materials *Journal of American Dental Association* **134(10)** 1382-1390.
5. Arimoto A, Nakajima M, Hosaka K, Nishimura K, Ikeda M, Foxton RM & Tagami J (2010) Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites *Dental Materials Journal* **26(11)** 1090-1097.
6. Klapdohr S & Moszner N (2005) New Inorganic Components for Dental Filling Composites *Monatshefte für Chemie / Chemical Monthly* **136(1)** 21-45.
7. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J & Leloup G (2007) Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites *Dental Materials Journal* **23(1)** 51-59.
8. Arikawa H, Kanie T, Fujii K, Takahashi H & Ban S (2007) Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color *Dental Materials Journal* **26(1)** 38-44.
9. Santos GB, Alto RV, Filho HR, Silva EM & Fellows CE (2008) Light transmission on dental resin composites *Dental Materials Journal* **24(5)** 571-576.
10. Emami N, Sjö Dahl M & Söderholm KJ (2005) How filler properties, filler fraction, sample thickness and light source affect light attenuation in particulate filled resin composites *Dental Materials Journal* **21(8)** 721-730.

11. Fujita K, Ikemi T & Nishiyama N (2011) Effects of particle size of silica filler on polymerization conversion in a light-curing resin composite *Dental Materials Journal* **27(11)** 1079-1085.
12. Azzopardi N, Moharamzadeh K, Wood DJ, Martin N & van Noort R (2009) Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins *Dental Materials Journal* **25(12)** 1564-1568.
13. Masotti AS, Onófrio AB, Conceição EN & Spohr AM (2007) UV-vis spectrophotometric direct transmittance analysis of composite resins *Dental Materials Journal* **23(6)** 724-730.
14. Chen YC, Ferracane JL & Prah SA (2005) A pilot study of a simple photon migration model for predicting depth of cure in dental composite *Dental Materials Journal* **21(11)** 1075-1086.
15. Ogunyinka A, Palin WM, Shortall AC & Marquis PM (2007) Photoinitiation chemistry affects light transmission and degree of conversion of curing experimental dental resin composites *Dental Materials Journal* **23(7)** 807-813.
16. Nakajima M, Arimoto A, Prasansuttiporn T, Thanatvarakorn O, Foxton RM & Tagami J (2012) Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness *Journal of Dentistry (Supplement 6)* 77-82.
17. Musanje L & Darvell BW (2006) Curing-light attenuation in filled-resin restorative materials *Dental Materials Journal* **22(9)** 804-17.
18. Queiroz RS, Lima JM, Malta DP, Rastelli AN, Cuin A & Porto ST (2009) Changes on transmittance mode of different composite resins *Materials Research* **12(2)** 127-132.
19. Guiraldo RD, Consani S, Consani RL, Berger SB, Mendes WB & Sinhoreti MA (2009) Light energy transmission through composite influenced by material shades *Bull Tokyo Dental College* **50(4)** 183-190.
20. Akbar HN, Moharamzadeh K, Wood DJ & Van Noort R (2012) Relationship between color and translucency of multishaded dental composite resins *International Journal of Dentistry* **20(12)** 1-5.

**LIGHT TRANSMITTANCE ANALYSIS OF NANOFILLED AND
MICROHYBRID DENTAL COMPOSITES**

LIGHT TRANSMITTANCE ANALYSIS OF NANOFILLED AND MICROHYBRID DENTAL COMPOSITES

Introduction: The efficiency of photocuring largely depends on composite thickness and composition. The degree of curing is proportional to the amount of light to which the material is exposed, and varies according to penetration of light in the material. **Objective:** The objective of this study was to investigate the effect of composite thickness and composition on light transmittance emitted by a LED device. **Methods:** Specimens in 3 different thicknesses (1mm, 2mm and 4mm) were prepared using nanofilled Filtek Supreme XT and microhybrid Charisma, shade A2 (n=30). Light transmittance was measured during photocuring. Each specimen was cured for 20 seconds using a LED device with 1200 mW/cm². Light transmittance was recorded using a USB 4000 spectrometer. Numerical data for light transmittance were obtained using Spectra Suite software. **Results:** In relation to 1mm thickness, values for Charisma (17.76 ± 5.16) and Filtek (15.25 ± 3.85) showed no statistical differences. In the case of 2mm thickness, higher values were recorded for Filtek (15.01 ± 4.94) than for Charisma (10.47 ± 2.85). In the case of 4mm-thick specimens, values were lower for both resins - Charisma (3.85 ± 0.70) and Filtek (5.41 ± 0.80). **Conclusion:** Composite thickness and inorganic composition has an influence on light transmittance. Nanofilled composites showed better results when compared with microhybrid composites. In relation to thickness, results showed that light transmittance is greater in 2mm increments, decreasing as specimen thickness increases.

Keywords: Composite. Photocuring. Light transmittance.

INTRODUCTION

Full photocuring of the composite is determined by the degree of conversion of monomers into polymers, indicating the number of methacrylate groups that have reacted with each other during the conversion process¹. Among various factors, including inherent characteristics of the light source (such as intensity, wavelength and exposure time, for example), efficiency of this process also depends on composite thickness and composition^{1,2}.

Differences in organic matrix and in size, shape and type of filler particles affect various properties of this material. In the past few years, one of the most important advances in this field is the application of nanotechnology to dental composite resins. While the size of filler particles is around 0.04–20 μm in hybrid composites and 0.7–3.6 μm in microhybrid composites, recently, new fillers with sizes ranging from around 5 to 100 nm have been developed and applied in Dentistry³. Nanoparticles increase optical properties of the material because diameter amounts to a fraction of the wavelength of visible light⁴, which may be related to light transmittance.

Light transmittance through resin composite consists of diffuse and straight-line transmissions resulting from light scattering on the surface of filler particles. As thickness of resin composite increases, more scattering within the material may occur⁵.

The objective of this study was to investigate the effect of composite thickness and the influence of filler size on light transmittance from a LED device based on the principle that conversion of monomers into polymers during the photocuring process is influenced by wavelength and light intensity, and that scattered light can lose intensity when it comes into contact with fillers and the organic matrix, and considering that all resin increments have a specific thickness.

METHODS & MATERIALS

1. Preparation of specimens

Composites used in this study were nanofilled Filtek Supreme XT, shade A2 (3M-ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA) and microhybrid Charisma, shade A2 (Heraeus Kulzer, GmbH, Wehrheim, Germany). The main difference between these resins is filler content (Table 1).

Specimens were prepared using stainless steel matrixes in three different thicknesses: 1mm, 2mm and 4mm. A total of thirty specimens for each thickness and for each composite were prepared as follows: each matrix was placed over a microscope glass slide and overlaid with the resin composites. After that, the resin composite surfaces were covered with another microscope glass slide.

2. Light transmittance measurement

Light transmittance was measured during the photocuring process. Each specimen was cured for 20 seconds with a LED device Radium-cal (SDI, Bayswater, Victoria, Australia), 1.200 mW/cm², checked regularly with a radiometer.

Once filled with the composite, the matrix was attached to a metal frame to keep it upright. The LED device was positioned on one side of the matrix and fibre optic cable, coupled spectrometer USB 4000 (Ocean Optics, Dunedin, USA), was positioned on the other side. The LED device was activated at the same time that measurement was initiated. Numerical data on the intensity of light passing through the composite specimen were obtained using Spectra Suite software (Ocean Optics, Dunedin, USA), and only numerical data corresponding to a wavelength of 468 nm was tabulated.

3. Statistical analysis

Mean values of transmittance were analysed using two-way ANOVA, full factorial design, and Games-Howell parametric testing for multiple comparisons, considering heterogeneous variables. The level of significance was 5%. Statistical analysis was performed using SPSS 18.0 for Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

RESULTS

Mean values for light transmittance are shown in Table 2. The highest values were found for Charisma 1mm, while the lowest values were obtained for Charisma 4mm.

Comparisons between composites with 1mm thickness showed no statistical difference. However, in the case of 2mm thickness, greater values were observed for Filtek Supreme XT. Specimens with 4mm thickness were statistically different for both resins, being that Charisma showed the lowest mean values (Chart 1).

In the evaluation of composite Filtek Supreme XT with different thicknesses, results were very similar when comparing 1mm and 2mm, whereas 4mm thickness showed statistically lower mean values.

This pattern was not observed for Charisma, which showed statistically different results when comparing all three thicknesses. In the case of 1mm to 2mm thickness, light transmittance decreased considerably, and 4mm thickness presented the lowest results in all groups.

DISCUSSION

Composites are traditionally composed of a polymeric matrix, typically dimethacrylate, reinforced with filler particles, a silane coupling agent and chemicals that promote and modulate the curing reaction⁶. In this study, content and size of filler particles is the main difference between both materials.

Nanofilled Filtek Supreme XT is composed of zirconia and silica filler in sizes ranging from 4 to 20 nanometres. These particles are spherical and form clusters that are incorporated into the organic matrix. Microhybrid Charisma is composed of irregular fillers of barium fluoride and aluminium with an average size of $20\mu\text{m}$ ⁷. Arikawa et al. found differences in light transmittance in a study in which experimental composites were formulated with fillers of different shapes and sizes, suggesting that characteristics of filler content incorporated to the material may lead to significant differences in light transmission⁸. Significant dependency between light transmission and filler size, and diameter and density was also reported in other studies^{5,9,10,11}. These findings support the present study, in which statistical differences in light transmittance between the composites were observed, based on thickness.

The relationship between light transmittance and the organic matrix was evaluated by Azzopardi et al., who formulated experimental composites without filler content and concluded that there was no statistically significant difference between transmittance values in different formulations¹². The composites used in this study differ in composition of the organic matrix, with a possible correlation with the presented results. Although each monomer has a different refractive index, resins are composed of a mixture of these monomers, making it difficult to individually quantify the exact value¹³.

In spite of the absence of consistent reports in literature stating that composition of the organic matrix has a direct influence on light transmittance of composites, differences regarding transmission based on curing stage of the organic matrix have been reported. In the initial stage of curing, a higher percentage of carbon double bonds reacts to form polymer chains, and, when

maximum curing is reached, a complex polymer network is formed¹⁴. Santos et al. suggest that ordering of the polymer network after curing allows light to pass more easily through the sample⁹, which can be associated with greater light transmittance through the material. During photocuring, the refractive index of the matrix increases as the polymer system becomes denser, whereas the refractive index of filler particles remains constant¹⁵. A unique characteristic of this study is that light transmittance was measured during the curing process, considering that most research is conducted using specimens of cured composite resins.

In this study, the composite Charisma showed a reduction of light transmittance associated with increased thickness. The composite Filtek Supreme XT followed the same pattern, although the difference in values that ranged from 1.0 mm to 2.0 mm was statistically insignificant. Increased thickness of specimens produces greater light scattering in the fillers and causes a greater attenuation of light intensity through this resin¹⁶. This same behaviour is repeated in other studies^{5,9,17} proving that increased thickness of the composite is closely related to reduced light transmittance through the material.

In the case of 2 mm thickness, light transmittance is greater for the composite Filtek Supreme XT. The fact that the nanofilled composite provides greater light transmittance than the microhybrid composite can be attributed to differences in filler size of these composite^{9,18}.

Shade A2 was used in this study for both composites. A study evaluating composites with the same organic and inorganic composition in different shades - A1, A2, A3, A3,5 and A4 - found that light transmittance is proportionally greater from the lighter to the darker shades¹⁹. There is also a difference in light transmittance when comparing composite translucency, being that translucent resins present the best results²⁰.

The influence of composite composition in light transmittance is a certainty, and size of filler particles is an important factor in this context. Another important finding is related to specimen thickness, supporting the common assumption that composite resin increments larger than 2mm do not provide

adequate polymerization of the material. Consequently, dentists should always be aware of the variables concerning curing of composite resin, since this is an important step for clinical success and longevity of the restoration.

CONCLUSION

Considering the limitations of this study, it can be concluded that there is a statistical difference in transmittance between evaluated composite resins based on thickness. Light transmittance is greater in increments of up to 2 mm, and decreases as thickness of the composite increases. Nanofilled composites presented better results in comparison with microhybrid composites.

REFERENCES

21. García AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB & Galve PF (2006) Composite resins. A review of the materials and clinical indications *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* **11(2)** 215-220.
22. Malhotra N & Mala K (2010) Light-curing considerations for resin-based composite materials: a review. Part II *Compendium of Continuing Education in Dentistry* **31(8)** 584-591.
23. Rastelli AN, Jacomassi DP, Faloni AP, Queiroz TP, Rojas SS, Bernardi MI, Bagnato VS & Hernandez AC (2012) The filler content of the dental composite resins and their influence on different properties *Microscopy Research Technique* **75(6)** 758-765.
24. Mitra SB, Wu D & Holmes BN (2003) An application of nanotechnology in advanced dental materials *Journal of American Dental Association* **134(10)** 1382-1390.
25. Arimoto A, Nakajima M, Hosaka K, Nishimura K, Ikeda M, Foxton RM & Tagami J (2010) Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites *Dental Materials Journal* **26(11)** 1090-1097.
26. Klapdohr S & Moszner N (2005) New Inorganic Components for Dental Filling Composites *Monatshefte für Chemie / Chemical Monthly* **136(1)** 21-45.
27. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J & Leloup G (2007) Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites *Dental Materials Journal* **23(1)** 51-59.
28. Arikawa H, Kanie T, Fujii K, Takahashi H & Ban S (2007) Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color *Dental Materials Journal* **26(1)** 38-44.
29. Santos GB, Alto RV, Filho HR, Silva EM & Fellows CE (2008) Light transmission on dental resin composites *Dental Materials Journal* **24(5)** 571-576.
30. Emami N, Sjö Dahl M & Söderholm KJ (2005) How filler properties, filler fraction, sample thickness and light source affect light attenuation in particulate filled resin composites *Dental Materials Journal* **21(8)** 721-730.

31. Fujita K, Ikemi T & Nishiyama N (2011) Effects of particle size of silica filler on polymerization conversion in a light-curing resin composite *Dental Materials Journal* **27(11)** 1079-1085.
32. Azzopardi N, Moharamzadeh K, Wood DJ, Martin N & van Noort R (2009) Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins *Dental Materials Journal* **25(12)** 1564-1568.
33. Masotti AS, Onófrio AB, Conceição EN & Spohr AM (2007) UV-vis spectrophotometric direct transmittance analysis of composite resins *Dental Materials Journal* **23(6)** 724-730.
34. Chen YC, Ferracane JL & Prah SA (2005) A pilot study of a simple photon migration model for predicting depth of cure in dental composite *Dental Materials Journal* **21(11)** 1075-1086.
35. Ogunyinka A, Palin WM, Shortall AC & Marquis PM (2007) Photoinitiation chemistry affects light transmission and degree of conversion of curing experimental dental resin composites *Dental Materials Journal* **23(7)** 807-813.
36. Nakajima M, Arimoto A, Prasansuttiporn T, Thanatvarakorn O, Foxton RM & Tagami J (2012) Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness *Journal of Dentistry (Supplement 6)* 77-82.
37. Musanje L & Darvell BW (2006) Curing-light attenuation in filled-resin restorative materials *Dental Materials Journal* **22(9)** 804-17.
38. Queiroz RS, Lima JM, Malta DP, Rastelli AN, Cuin A & Porto ST (2009) Changes on transmittance mode of different composite resins *Materials Research* **12(2)** 127-132.
39. Guiraldo RD, Consani S, Consani RL, Berger SB, Mendes WB & Sinhoreti MA (2009) Light energy transmission through composite influenced by material shades *Bull Tokyo Dental College* **50(4)** 183-190.
40. Akbar HN, Moharamzadeh K, Wood DJ & Van Noort R (2012) Relationship between color and translucency of multishaded dental composite resins *International Journal of Dentistry* **20(12)** 1-5.

TABLES

Table 1. Composites composition.

COMPOSITE	MANUFACTURER	ORGANIC MATRIX	FILLER
Charisma	KULZER	Bis-GMA TEGDMA	Silicon dioxide highly dispersed from 0.02 to 0.07 μm , aluminum barium fluoride glass (0.02 to 2 μm) with average size of 0.7 μm .
Filtek Supreme XT	3M-ESPE	Bis-GMA UDMA Bis-EMA TEGDMA	Clusters of zirconia / silica with average particle size of 0.6 to 1.4 μm with primary particle size of 5 to 20nm and 20nm incorporation of silica, not agglomerated / aggregated. The filler loading is 78.5% by weight and 59.5% by volume.

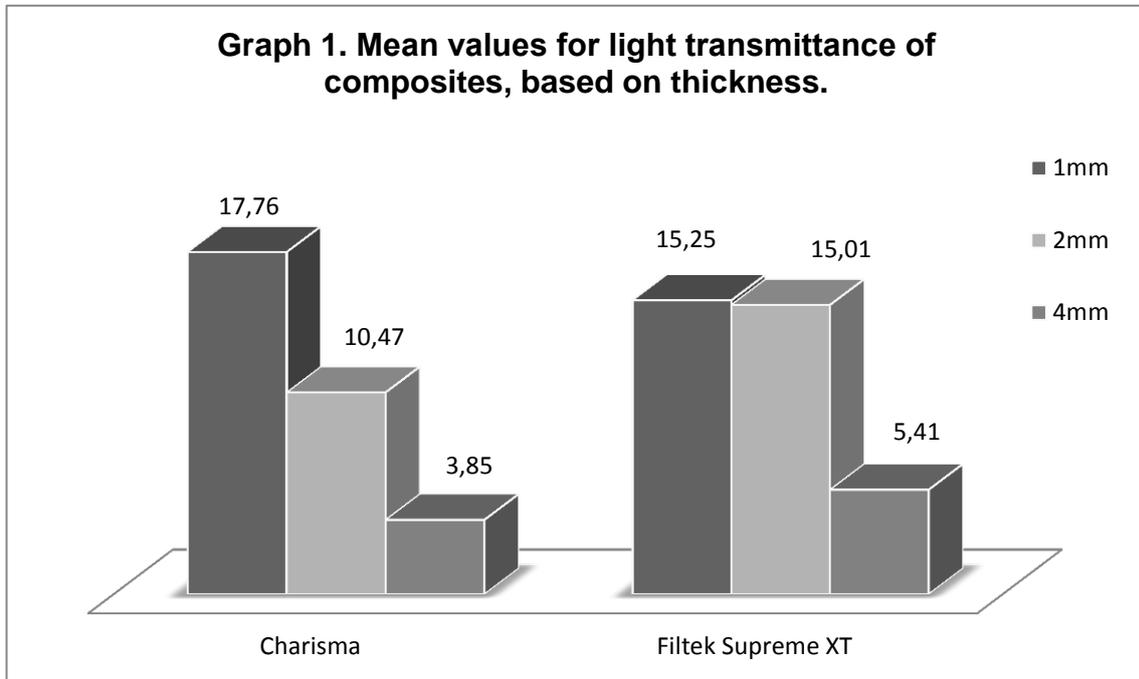
Fonte: MSDS

Table 2. Mean values for light transmittance ($\times 10^3$) and standard deviation ($\times 10^3$) of composites, based on thickness.

	1mm	2mm	4mm
Charisma	17,76 (5,16)a,A	10, 47 (2,85)b,B	3,85 (0,7)c,C
Filtek Supreme XT	15,25 (3,85)a,A	15,01 (4,94)a,A	5,41 (0,8)b,C

Mean values followed by different lowercase in line and different uppercase in column exhibit significant difference, with a significance level of 5%.

GRAPHS



3. ANEXOS

ANEXO 1 – FIGURAS

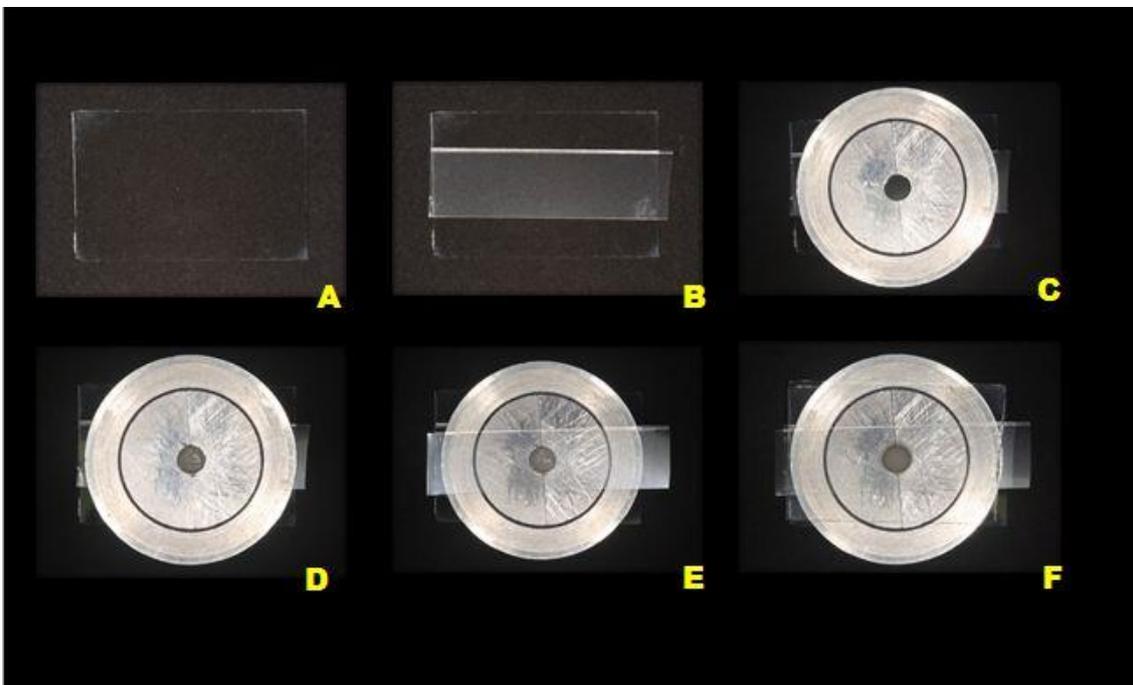


Figura 1. Confecção dos corpos de prova. A) Lâmina de vidro. B) Matriz de poliéster sobre a lâmina de vidro. C) Matriz metálica em posição. D) Matriz metálica preenchida com resina composta. E) Matriz de poliéster cobrindo a resina composta. F) Segunda lâmina de vidro colocada em posição.

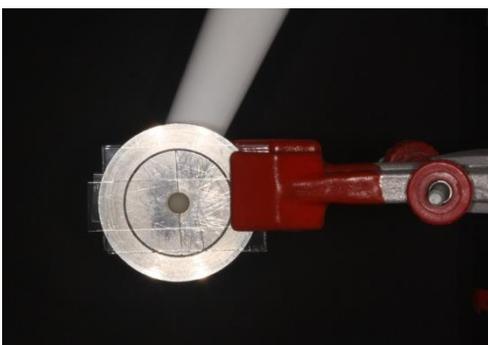


Figura 2. Vista frontal do suporte metálico que manteve a matriz em posição durante a medida de transmitância de luz.

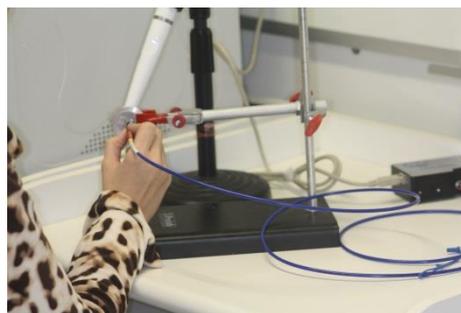


Figura 3. Aparelho de LED e cabo de fibra ótica em posição para a leitura da transmitância de luz.

ANEXO 2 - REVISÃO DE LITERATURA

dos Santos GB, Alto RV, Filho HR, da Silva EM, Fellows CE. Light transmission on dental resin composites. Dent Mater. 2008 May;24(5):571-6.

Investigaram as características da transmitância de luz em duas resinas compostas: Filtek Supreme XT e Filtek Z250, ambas na cor A2. Para cada resina foram confeccionados espécimes em seis espessuras diferentes (0,15, 0,25, 0,30, 0,36, 0,47 e 0,75 mm), com um n=3. A medida da transmitância de luz foi realizada em compósitos polimerizados e não polimerizados para os comprimentos de onda de 400nm a 800nm utilizando um espectrofotômetro UV-visível. Nos resultados apresentados, pode-se observar que as amostras polimerizadas apresentaram uma maior transmissão de luz do que as não polimerizadas. O autor correlacionou este resultado com o aprisionamento de ar que pode ocorrer durante a transição da fase gel para a fase vítrea do polímero, o que pode permitir um ganho na transmissão óptica. Outro fator relacionado é que o ordenamento das cadeias poliméricas durante a polimerização facilitaria a passagem de luz. O autor também citou estudos (Warren et al. 2005) que mostraram que o coeficiente de absorção de luz diminui com a polimerização, e também diminui com o aumento do comprimento de onda, o que justificaria o aumento da transmissão de luz de 400 a 800nm, independente da espessura, observados no presente estudo. O tamanho das partículas de carga também foi sugerido como responsável no fenômeno de transmissão de luz, uma vez que o nanocompósito mostrou uma maior transmitância de luz.

Arikawa H, Kanie T, Fujii K, Takahashi H, Ban S. Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color. Dent Mater J. 2007 Jan;26(1):38-44.

Neste estudo foram formuladas resinas compostas experimentais, sendo que a matriz orgânica foi a mesma para todas as amostras (30% bis-GMA e 70% TEGDMA), modificando apenas o conteúdo inorgânico. Foram incorporadas à

matriz partículas irregulares de quartzo de vidro com tamanho médio de 1,9 μ m e 3,6 μ m; e esféricas de borossilicato de vidro com tamanho médio de 5,4 μ m e 11,1 μ m. O volume de carga para cada grupo variou entre 20, 30 e 40%. A transmitância de luz foi mensurada através de um medidor (TM-1), considerando comprimentos de onda entre 380nm a 700nm. A difusão da luz foi medida através de um goniofotômetro (GP-1C). Os resultados deste estudo mostraram diferenças significantes na transmitância de luz entre as amostras. A média de transmitância de luz para o grupo experimental sem carga foi de 90%, enquanto que para as resinas com 40% de conteúdo de carga variou de 12,5% a 30,2%. Isto indica que a incorporação de pequenas partículas de carga causa significativa redução da transmitância de luz através do material. Além disso, existe uma tendência de diminuição da transmitância de luz à medida que diminui o comprimento de onda, especialmente nos comprimentos de onda abaixo de 520nm. Os materiais contendo partículas de carga menores e irregulares mostraram maior dependência do comprimento de onda durante a transmissão de luz quando comparados com materiais contendo partículas esféricas. Este resultado sugere que diferenças no tamanho e na forma das partículas de carga incorporadas no material podem levar a diferenças significantes na transmissão de luz entre os materiais. O material com o menor tamanho de partículas de carga mostrou os maiores valores de transmissão de luz entre todos os grupos, enquanto que aquele com a partícula de maior tamanho mostrou menor transmitância de luz. Como uma maior difusão de luz é esperada com o aumento do diâmetro das partículas de carga, esta foi maior nas resinas contendo as maiores partículas de carga, o que resultou em maior perda na transmitância de luz em comparação com partículas de carga menores.

Nakajima M, Arimoto A, Prasansuttiorn T, Thanatvarakorn O, Foxton RM, Tagami J. Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness. J Dent. 2012 Sep 3.

Avaliaram as características da transmissão de luz da dentina e de resinas compostas com diferentes espessuras. Espécimes de dentina foram

confeccionados em três espessuras: 0,5mm, 1,0mm e 2,0mm. Espécimes de resina composta foram confeccionados com as mesmas espessuras supracitadas, utilizando as resinas Estelite, Beautifil II e Clearfil Majesty, ambas na cor OA2. A transmissão de luz dos espécimes foi realizada utilizando um goniofotômetro (GP-200), e a translucidez foi medida através de um espectrofotômetro (SE6000). Os resultados encontrados para os espécimes em dentina indicaram uma correlação entre a espessura e a translucidez, uma vez que esta diminuiu com o aumento da espessura. Os espécimes de resina composta mostraram o mesmo comportamento que a dentina, seguindo o mesmo padrão na diminuição da translucidez com o aumento da espessura. Em relação à transmissão de luz, dentina e resina composta mostraram resultados diferentes. O autor atribui estas diferenças a composição das resinas compostas. Nos espécimes de resina de 0,5mm, houve diferença estatística para a transmissão de luz, sugerindo a composição, e principalmente o conteúdo e tamanho das partículas de carga destas resinas como responsável pelos resultados. Nas amostras mais finas, as características de transmissão de luz podem ser principalmente influenciadas pela capacidade de difusão das partículas de carga. Por outro lado, o aumento da espessura de 0,5 para 1,0mm reduz dramaticamente a transmissão de luz através das amostras, e aumenta a difusão de luz independente do material utilizado. O aumento da espessura dos espécimes em resina composta produz uma maior dispersão da luz nas partículas de carga dentro da resina composta e causa uma maior atenuação da intensidade de luz através da resina composta.

Queiroz, Renato Souza et al. Changes on transmittance mode of different composite resins. Mat. Res., São Carlos, v. 12, n. 2, June 2009.

Avaliaram a transmitância de luz para sete marcas comerciais de resina composta, confeccionando 10 espécimes com 2 mm de espessura (espessura padrão) para cada grupo: G1- Charisma® A2; G2- Filtek Supreme A2E; G3- Filtek Supreme A2B; G4-Filtek Supreme YT (3M/ESPE); G5- Esthet-X A2; G6- Esthet-X YE; G7- Durafill A2 and G8- Filtek Z-100 A2. A transmitância de luz

foi avaliada através de um espectrofotômetro (Cary Instruments) considerando os comprimentos de onda entre 400 e 760nm. Os espécimes foram avaliados imediatamente após a polimerização, e 24 horas e 10 dias após a polimerização, período no qual permaneceram armazenados em saliva artificial. Foi relatado um aumento da transmitância de luz com o aumento do comprimento de onda para todos os grupos. Considerando o tempo de armazenamento em água, não houve diferença estatística entre os grupos. A resina composta Filtek Supreme YT mostrou os maiores valores de transmitância de luz, seguido da resina Esthet-X YE e Durafill A2. O autor relaciona os resultados encontrados com o tipo, tamanho, e quantidade de partículas de carga em cada material.

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.

Neste estudo, resinas experimentais com o mesmo conteúdo orgânico foram formuladas, modificando-se apenas o conteúdo de carga. Metade das resinas experimentais foi silanizada e a outra metade não. Um total de 1.200 espécimes de 1 a 5 mm de espessura foram confeccionados, e a transmitância de luz foi medida para luz halógena e laser. Os resultados obtidos neste estudo indicam um modelo linear de absorção de luz à medida que ocorrem mudanças no conteúdo carga e na espessura da amostra, ocorrendo um maior espalhamento de luz com o aumento do diâmetro das partículas de carga. Os autores concluíram que, apesar da notável influência das partículas de carga nos fenômenos de transmissão de luz, outros fatores como a fonte de luz também interferiram nos resultados, uma vez que melhores valores de transmitância de luz foram encontrados para amostras polimerizadas com laser, sugerindo que não somente a composição das resinas compostas deve ser considerada em estudos desta natureza.

Azzopardi N, Moharamzadeh K, Wood DJ, Martin N, van Noort R. Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. Dent Mater. 2009 Dec;25(12):1564-8.

O objetivo deste estudo foi investigar o efeito da composição da matriz resinosa na translucidez de resinas experimentais. Foram formuladas resinas compostas sem nenhum conteúdo de carga, e resinas compostas com exatamente o mesmo conteúdo de carga, diferindo apenas na composição da matriz orgânica. Espécimes de 2mm de espessura foram confeccionados e a transmissão de luz através da resina composta foi medida através de um espectrofotômetro. Os resultados apresentados mostraram não haver diferença estatística na transmissão de luz nas resinas formuladas sem qualquer conteúdo de carga. Já naquelas formuladas com carga, pode-se verificar diferenças estatísticas relacionadas com a quantidade de Bis-GMA presente na mistura. Isto pode ser explicado devido ao fato de o índice de refração de luz do Bis-GMA ser muito próximo ao da sílica, utilizada como carga neste estudo. Estes resultados reforçam a correlação entre a composição das resinas compostas com as propriedades óticas de transmissão de luz.

Masotti AS, Onófrío AB, Conceição EN, Spohr AM. UV-vis spectrophotometric direct transmittance analysis of composite resins. Dent Mater. 2007 Jun;23(6):724-30.

Este estudo avaliou a transmitância de luz nas seguintes resinas compostas: Charisma F, Solitaire II, Inten-S, Tretric Ceram, e as nanoparticuladas Esthet-X e Filtek Supreme. Para cada resina composta foram utilizadas as cores A3 e translúcida. Corpos de prova de 1 mm de espessura foram confeccionados para cada resina e cor. Para a análise de transmissão de luz utilizou-se o espectrofotômetro HP 8453. Os resultados obtidos mostram uma melhor transmissão de luz para as resinas de cor translúcida, independente da marca da resina composta, exceto para Filtek Supreme, que obteve resultados semelhantes para as duas cores analisadas. O trabalho concluiu que as características de composição do material – matriz orgânica, carga inorgânica, pigmentos e etc – possuem efeito intenso nas características de transmitância

deste material, sendo este um fator importante, mas não único, na determinação das variáveis estudadas. A hipótese inicial do estudo de que resinas translúcidas mostrariam melhores resultados de transmitância de luz não pode ser comprovada para todas as marcas de resina composta, porém a hipótese de que a composição do material tem influência direta nos fenômenos de transmissão de luz foi aceita.

Nakajima M, Arimoto A, Prasansuttiorn T, Thanatvarakorn O, Foxton RM, Tagami J. Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness. J Dent. 2012 Sep 3.

O objetivo deste estudo foi avaliar as características de transmissão de luz da dentina e de resinas compostas de diferentes espessuras. A dentina utilizada neste estudo foi bovina. As resinas compostas utilizadas foram: Estelite, Beautifil II e Clearfil Majestic, ambas na cor OA2. Os corpos de prova foram confeccionados em 3 diferentes espessuras (0,5, 1,0 e 2,0mm) para dentina e resinas compostas. As análises de transmissão de luz foram feitas através de um goniofotômetro. Os resultados obtidos para dentina mostram uma diminuição da transmissão de luz com o aumento da espessura do espécime, como era esperado. Amostras de resina composta comportaram-se da mesma maneira com o aumento da espessura. Segundo os autores, o aumento na espessura da resina composta aumenta o espalhamento de luz através da própria resina, atenuando-a. Os valores de transmissão de luz encontrados para as resinas compostas foram maiores do que aqueles encontrados para a dentina, independente da marca comercial avaliada. Consideradas apenas as amostras de resina composta para a espessura de 0,5 mm, os resultados obtidos diferem estatisticamente entre si. Os autores sugerem que diferenças na composição destes materiais são responsáveis pelos resultados.

Queiroz RS et al. Changes on transmittance mode of different composite resins. Mat. Res., São Carlos, v. 12, n. 2, June 2009.

Este estudo avaliou a transmitância de luz de 7 resinas compostas diferentes, são elas: Charisma na cor A2, Filtek Supreme na cor A2E, Filtek Supreme na

cor A2B, Filtek Supreme na cor YT, Esthet-X na cor A2, Esthet-X na cor YE, Durafill na cor A2 e Z100 na cor A2. Dez espécimes de 2 mm de espessura foram confeccionados para cada resina composta. A medida de transmitância de luz foi realizada através de um espectrofotômetro UV-visível, em três diferentes tempos: inicial, 24 horas após a polimerização e 10 dias após. Neste tempo as amostras ficaram armazenadas em saliva artificial. Os resultados mostram um aumento na transmitância de luz com o aumento do comprimento de onda. Os valores mais altos de transmitância de luz foram observados para a resina composta Filtek Supreme YT, seguidos das resinas compostas Esthet-X YE e Durafill que apresentaram resultados estatisticamente semelhantes. A medida que as resinas compostas vão se tornando mais opacas, menos luz é capaz de passar através destas. A variável tempo não mostrou diferenças estatísticas significantes.

Guiraldo RD, Consani S, Consani RL, Berger SB, Mendes WB, Sinhoreti MA. Light energy transmission through composite influenced by material shades. Bull Tokyo Dent Coll. 2009;50(4):183-90.

Este estudo avaliou a transmissão de luz em resinas composta da mesma marca comercial, porém em diferentes cores. A resina composta utilizada foi a Z250 nas cores A1, A2, A3, A3,5 E A4. A fonte de luz utilizada neste estudo foi halógena. Foram confeccionados 30 espécimes de cada cor de resina na espessura de 2 mm. Os resultados apontaram para uma melhor transmitância de luz para a cor A1 quando comparada com A2. A resina na cor A2 mostrou melhores resultados para a variável do que a resina A3, e esta, por sua vez, mostrou valores mais altos para transmitância de luz do que a resina A3,5. Entre as cores A3,5 e A4, os resultados foram estatisticamente insignificantes. Os autores concluíram que a medida que a cor da resina composta torna-se mais escura, menos luz passa através desta, e isto pode refletir na qualidade final da restauração.

ANEXO 3 - ESTATÍSTICA

Tests of Normality - INTENSITY (COUNTS)

COMPOSITE X THICKNESS	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	df	Sig.
Charisma/1 mm	,095	30	0,2000
Charisma/2 mm	,109	30	0,2000
Charisma/4 mm	,116	30	0,2000
Z350/1 mm	,069	30	0,2000
Z350/2 mm	,220	30	0,0007
Z350/4 mm	,148	30	0,0915

a. Lilliefors Significance Correction

Valor $p < 0,05$ indica que a variável não apresenta distribuição normal, porém $n = 30$, sendo portanto indicado a utilização do teste paramétrico ANOVA a dois critérios modelo fatorial completo, permitindo avaliar diferença devida a COMPOSITE, THICKNESS e a interação COMPOSITE X THICKNESS.

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
INTENSITY (COUNTS)	Based on Mean	18,684	5	174	0,0000

Valor $p < 0,05$ indica que a variável não apresenta homogeneidade de variâncias segundo COMPOSITE X THICKNESS

Descriptives

INTENSITY (COUNTS)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Charisma	90	10.698,90	6.643,24	700,26	9.307,50	12.090,30	2.459,82	29.046,14
Z350	90	11.895,78	5.852,15	616,87	10.670,07	13.121,49	4.307,70	24.826,09
Total	180	11.297,34	6.271,47	467,45	10.374,92	12.219,76	2.459,82	29.046,14

Descriptives

INTENSITY (COUNTS)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1 mm	60	16.509,17	4.692,69	605,82	15.296,93	17.721,42	7.311,86	29.046,14
2 mm	60	12.744,85	4.612,34	595,45	11.553,36	13.936,35	5.785,82	23.832,11
4 mm	60	4.637,99	1.085,94	140,19	4.357,47	4.918,52	2.459,82	7.227,08
Total	180	11.297,34	6.271,47	467,45	10.374,92	12.219,76	2.459,82	29.046,14

Descriptives

INTENSITY (COUNTS)

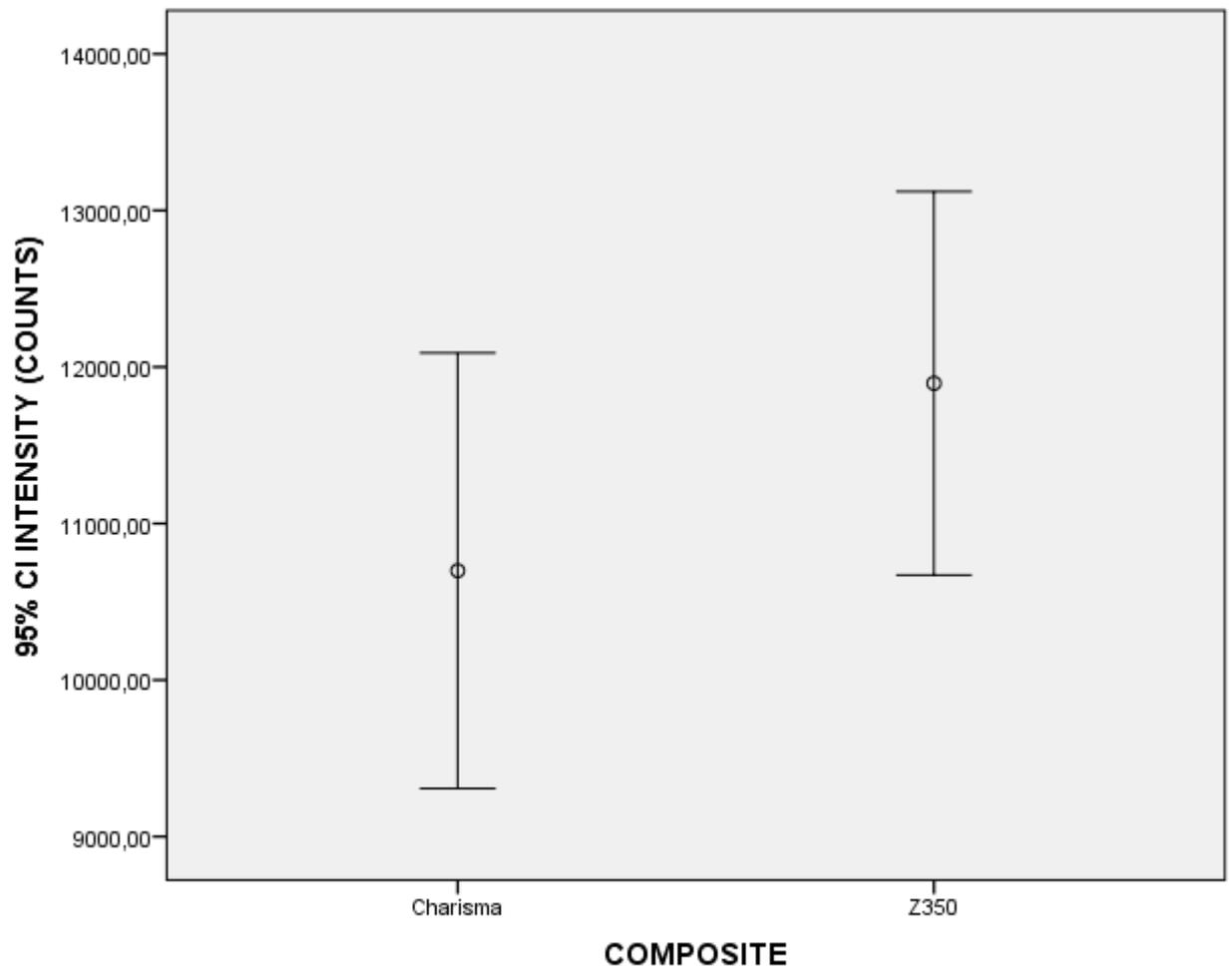
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Charisma/1 mm	30	17.766,21	5.160,84	942,24	15.839,12	19.693,30	7.311,86	29.046,14
Charisma/2 mm	30	10.473,30	2.858,60	521,91	9.405,88	11.540,72	5.785,82	17.378,35
Charisma/4 mm	30	3.857,19	700,52	127,90	3.595,61	4.118,77	2.459,82	6.035,98
Z350/1 mm	30	15.252,14	3.859,85	704,71	13.810,85	16.693,43	7.618,24	24.826,09
Z350/2 mm	30	15.016,40	4.943,03	902,47	13.170,64	16.862,16	8.456,98	23.832,11
Z350/4 mm	30	5.418,80	804,43	146,87	5.118,42	5.719,18	4.307,70	7.227,08
Total	180	11.297,34	6.271,47	467,45	10.374,92	12.219,76	2.459,82	29.046,14

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: INTENSITY (COUNTS)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Observed Power ^b
COMPOSITE	20636722,667	1	20636722,667	1,645	0,20136	0,24749
THICKNESSmm	4416324079,425	2	2208162039,713	176,006	0,00000	1,00000
COMPOSITE * THICKNESSmm	376520069,597	2	188260034,799	15,006	0,00000	0,99909
Error	2182996013,460	174	12545954,100			
Corrected Total	6996476885,149	179				

b. Computed using alpha = ,05



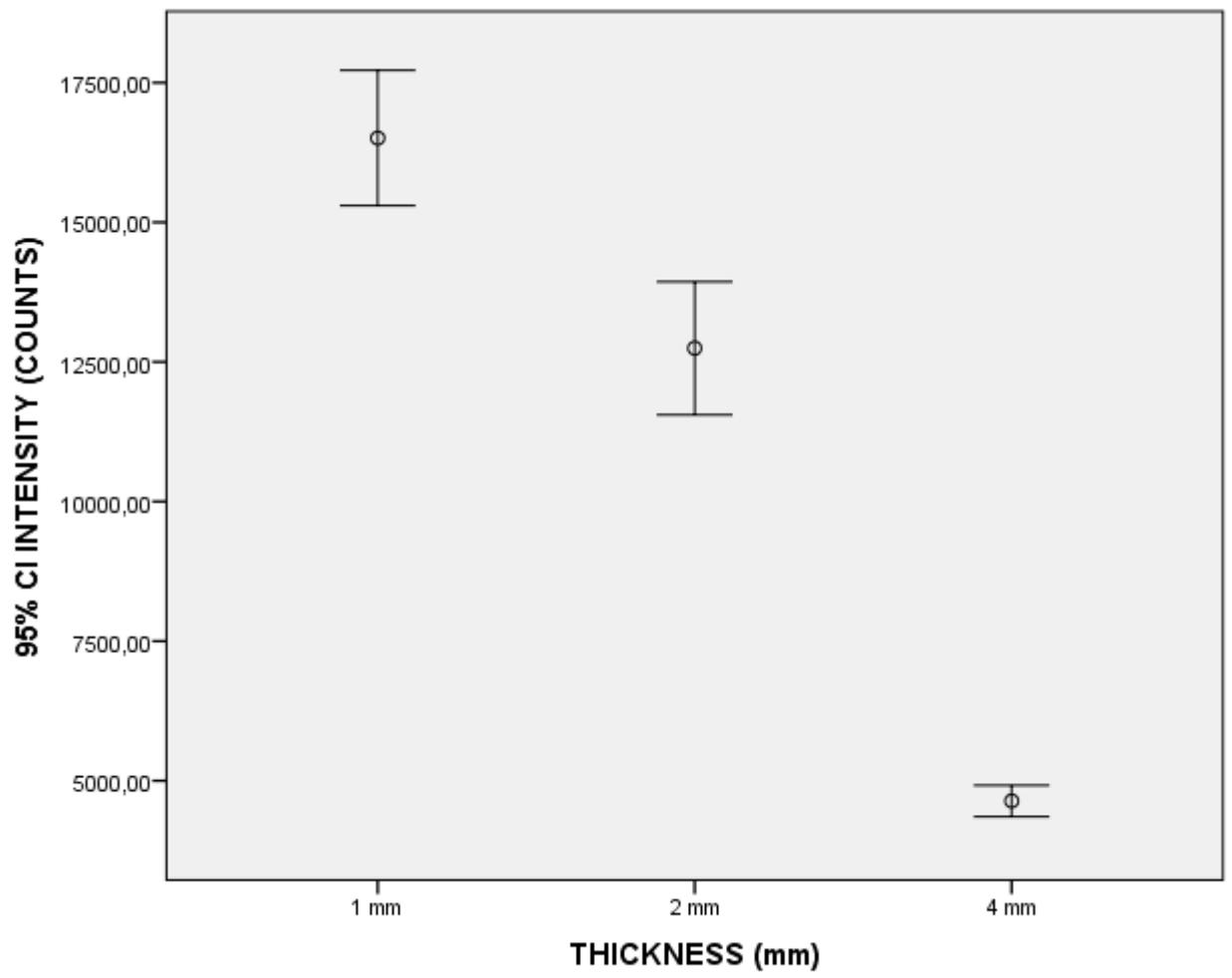
Multiple Comparisons - Games-Howell para variâncias heterogêneas.

Dependent Variable: INTENSITY (COUNTS)

Games-Howell

(I) THICKNESS (mm)		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 mm	2 mm	3764,32173 [*]	849,46028	0,0000 6	1747,9904	5780,6530
	4 mm	11871,18051 [*]	621,83280	0,0000 0	10379,8439	13362,5171
2 mm	1 mm	-3764,32173 [*]	849,46028	0,0000 6	-5780,6530	-1747,9904
	4 mm	8106,85877 [*]	611,73157	0,0000 0	6639,8622	9573,8553
4 mm	1 mm	-11871,18051 [*]	621,83280	0,0000 0	-	-
	2 mm	-8106,85877 [*]	611,73157	0,0000 0	-9573,8553	-6639,8622

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



Multiple Comparisons - Games-Howell para variâncias heterogêneas.

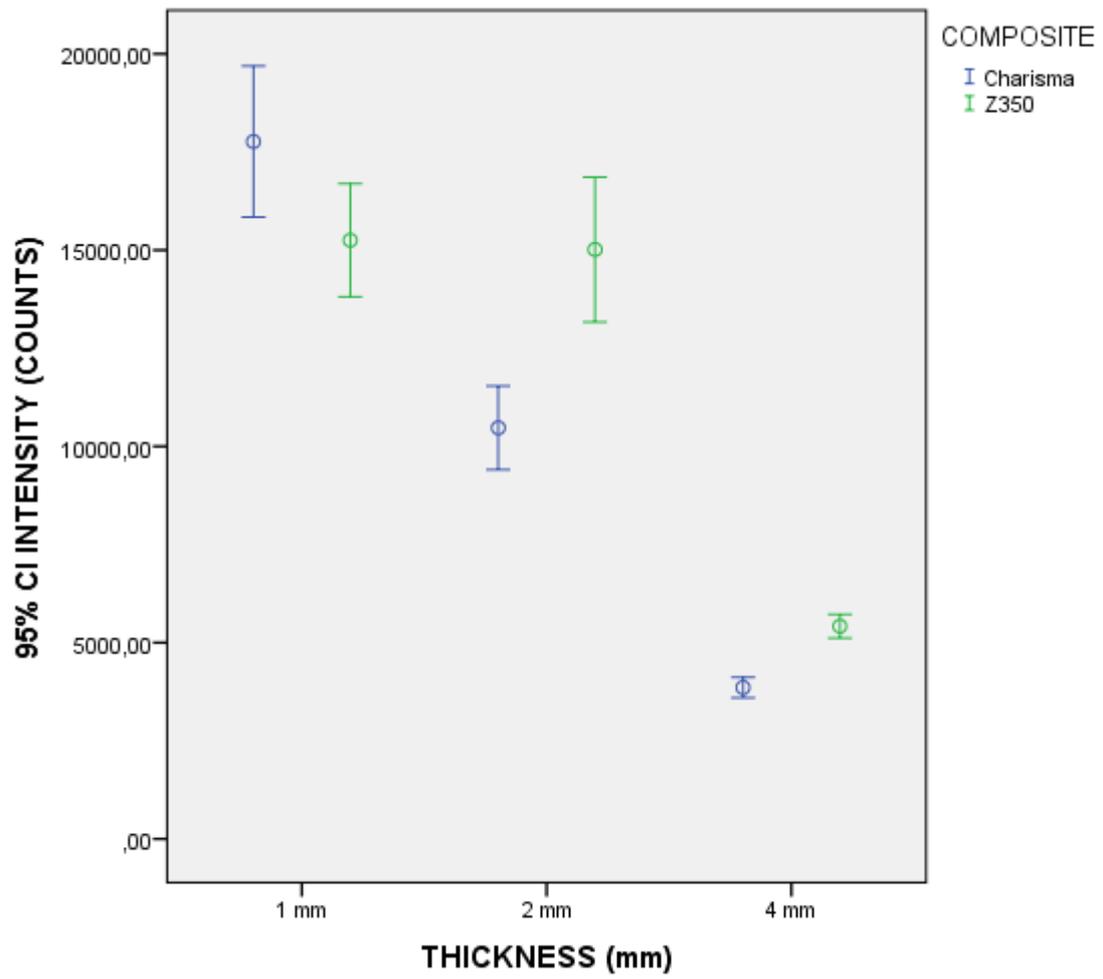
Dependent Variable: INTENSITY (COUNTS)

Games-Howell

(I) COMPOSITE X THICKNESS		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Charisma/1 mm	Charisma/2 mm	7292,90 522*	1077,1 2403	0,0000	4088,2206	10497,5898
	Charisma/4 mm	13909,0 1510*	950,87 754	0,0000	11017,2620	16800,7682
	Z350/1 mm	2514,06 563	1176,6 1541	0,2846	-962,8975	5991,0288
	Z350/2 mm	2749,80 388	1304,7 0815	0,2979	-1095,5539	6595,1617
	Z350/4 mm	12347,4 1155*	953,61 449	0,0000	9449,4553	15245,3678
Charisma/2 mm	Charisma/1 mm	- 7292,90 522*	1077,1 2403	0,0000	-	-4088,2206
	Charisma/4 mm	6616,10 988*	537,34 874	0,0000	4989,8416	8242,3782
	Z350/1 mm	- 4778,83 958*	876,92 610	0,0000	-7370,6568	-2187,0224
	Z350/2 mm	- 4543,10 133*	1042,5 1566	0,0010	-7641,4037	-1444,7990
	Z350/4 mm	5054,50 633*	542,17 724	0,0000	3416,8569	6692,1558
Charisma/4 mm	Charisma/1 mm	- 13909,0 1510*	950,87 754	0,0000	-	-
	Charisma/2 mm	- 6616,10 988*	537,34 874	0,0000	-8242,3782	-4989,8416
	Z350/1 mm	- 11394,9 4947*	716,22 015	0,0000	-9220,6908	13569,2082
	Z350/2 mm	- 11159,2 1122*	911,48 825	0,0000	-8387,8243	13930,5981
	Z350/4 mm	- 1561,60 355*	194,75 135	0,0000	-2135,9226	-987,2845
Z350/1 mm	Charisma/1 mm	- 2514,06 563	1176,6 1541	0,2846	-5991,0288	962,8975
	Charisma/2 mm	4778,83 958*	876,92 610	0,0000	2187,0224	7370,6568
	Charisma/4 mm	11394,9 4947*	716,22 015	0,0000	9220,6908	13569,2082
	Z350/2 mm	235,738 25	1145,0 1815	0,9999	-3145,4490	3616,9255
	Z350/4 mm	9833,34 592*	719,84 985	0,0000	7650,7398	12015,9520
Z350/2 mm	Charisma/1 mm	- 2749,80 388	1304,7 0815	0,2979	-6595,1617	1095,5539
	Charisma/2 mm	4543,10 133*	1042,5 1566	0,0010	1444,7990	7641,4037

	Charisma/4 mm	11159,2 1122*	911,48 825		8387,8243	13930,5981
	Z350/1 mm	- 235,738 25	1145,0 1815	0,0000 0,9999	-3616,9255	3145,4490
	Z350/4 mm	9597,60 767*	914,34 311	0,0000	6819,7392	12375,4761
Z350/4 mm	Charisma/1 mm	- 12347,4 1155*	953,61 449	0,0000	15245,3678	-9449,4553
	Charisma/2 mm	- 5054,50 633*	542,17 724	0,0000	-6692,1558	-3416,8569
	Charisma/4 mm	1561,60 355*	194,75 135	0,0000	987,2845	2135,9226
	Z350/1 mm	- 9833,34 592*	719,84 985	0,0000	12015,9520	-7650,7398
	Z350/2 mm	- 9597,60 767*	914,34 311	0,0000	12375,4761	-6819,7392

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



INSTRUCTIONS TO AUTHORS

New Instructions as of 20 September 2008

Operative Dentistry requires electronic submission of all manuscripts. All submissions must be sent to Operative Dentistry using the [Allen Track upload site](#). Your manuscript will only be considered officially submitted after it has been approved through our initial quality control check, and any problems have been fixed. You will have 6 days from when you start the process to submit and approve the manuscript. After the 6 day limit, if you have not finished the submission, your submission will be removed from the server. You are still able to submit the manuscript, but you must start from the beginning. Be prepared to submit the following manuscript files in your upload:

- A Laboratory or Clinical Research Manuscript file must include:
 - a title
 - a running (short) title
 - a clinical relevance statement
 - a concise summary (abstract)
 - introduction, methods & materials, results, discussion and conclusion
 - references (see Below)
 - The manuscript **MUST NOT** include any:
 - identifying information such as:
 - Authors
 - Acknowledgements
 - Correspondence information
 - Figures
 - Graphs
 - Tables
- An acknowledgement, disclaimer and/or recognition of support (if applicable) must in a separate file and uploaded as supplemental material.
- All figures, illustrations, graphs and tables must also be provided as individual files. These should be high resolution images, which are used by the editor in the actual typesetting of your manuscript. Please refer to the instructions below for acceptable formats.
- All other manuscript types use this template, with the appropriate changes as listed below.

Complete the online form which includes complete author information and select the files you would like to send to Operative Dentistry. Manuscripts that

do not meet our formatting and data requirements listed below will be sent back to the corresponding author for correction.

GENERAL INFORMATION

- All materials submitted for publication must be submitted exclusively to Operative Dentistry.
- The editor reserves the right to make literary corrections.
- Currently, color will be provided at no cost to the author if the editor deems it essential to the manuscript. However, we reserve the right to convert to gray scale if color does not contribute significantly to the quality and/or information content of the paper.
- The author(s) retain(s) the right to formally withdraw the paper from consideration and/or publication if they disagree with editorial decisions.
- International authors whose native language is not English must have their work reviewed by a native English speaker prior to submission.
- Spelling must conform to the American Heritage Dictionary of the English Language, and SI units for scientific measurement are preferred.
- While we do not currently have limitations on the length of manuscripts, we expect papers to be concise; Authors are also encouraged to be selective in their use of figures and tables, using only those that contribute significantly to the understanding of the research.
- Acknowledgement of receipt is sent automatically. If you do not receive such an acknowledgement, please contact us at editor@jopdent.org rather than resending your paper.
- **IMPORTANT:** Please add our e-mail address to your address book on your server to prevent transmission problems from spam and other filters. Also make sure that your server will accept larger file sizes. This is particularly important since we send page-proofs for review and correction as .pdf files.

REQUIREMENTS

• FOR ALL MANUSCRIPTS

1. **CORRESPONDING AUTHOR** must provide a WORKING / VALID e-mail address which will be used for all communication with the journal.
NOTE: Corresponding authors MUST update their profile if their e-mail or postal address changes. If we cannot contact authors within seven days, their manuscript will be removed from our publication queue.
2. **AUTHOR INFORMATION** must include:
 - full name of all authors
 - complete mailing address **for each author**
 - degrees (e.g. DDS, DMD, PhD)
 - affiliation (e.g. Department of Dental Materials, School of Dentistry, University of Michigan)
3. **MENTION OF COMMERCIAL PRODUCTS/EQUIPMENT** must include:
 - full name of product
 - full name of manufacturer
 - city, state and/or country of manufacturer

4. **MANUSCRIPTS AND TABLES** must be provided as Word files. Please limit size of tables to no more than one US letter sized page. (8 ½ " x 11")
5. **ILLUSTRATIONS, GRAPHS AND FIGURES** must be provided as TIFF or JPEG files with the following parameters
 - line art (and tables that are submitted as a graphic) must be sized at approximately 5" x 7" and have a resolution of 1200 dpi.
 - gray scale/black & white figures must have a minimum size of 3.5" x 5", and a maximum size of 5" x 7" and a minimum resolution of 300 dpi and a maximum of 400 dpi.
 - color figures must have a minimum size of 2.5" x 3.5", and a maximum size of 3.5" x 5" and a minimum resolution of 300 dpi and a maximum of 400 dpi.
 - color photographs must be sized at approximately 3.5" x 5" and have a resolution of 300 dpi.

• **OTHER MANUSCRIPT TYPES**

1. **CLINICAL TECHNIQUE/CASE STUDY MANUSCRIPTS** must include:
 - a running (short) title
 - purpose
 - description of technique
 - list of materials used
 - potential problems
 - summary of advantages and disadvantages
 - references (see below)
2. **LITERATURE AND BOOK REVIEW MANUSCRIPTS** must include:
 - a running (short) title
 - a clinical relevance statement based on the conclusions of the review
 - conclusions based on the literature review...without this, the review is just an exercise
 - references (see below)

• **FOR REFERENCES**

REFERENCES must be numbered (superscripted numbers) consecutively as they appear in the text and, where applicable, they should appear after punctuation.

The reference list should be arranged in numeric sequence at the end of the manuscript and should include:

1. Author(s) last name(s) and initial (ALL AUTHORS must be listed) followed by the date of publication in parentheses.
2. Full article title.

3. Full journal name in italics (no abbreviations), volume and issue numbers and first and last page numbers complete (i.e. 163-168 NOT attenuated 163-68).
4. Abstracts should be avoided when possible but, if used, must include the above plus the abstract number and page number.
5. Book chapters must include chapter title, book title in italics, editors' names (if appropriate), name of publisher and publishing address.
6. Websites may be used as references, but must include the date (day, month and year) accessed for the information.
7. Papers in the course of publication should only be entered in the references if they have been accepted for publication by a journal and then given in the standard manner with "In press" following the journal name.
8. **DO NOT** include unpublished data or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.

EXAMPLES OF REFERENCE STYLE

- Journal article: two authors
Evans DB & Neme AM (1999) Shear bond strength of composite resin and amalgam adhesive systems to dentin *American Journal of Dentistry* **12(1)** 19-25.
- Journal article: multiple authors
Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH & Robinson SJ (1997) Current concepts on adhesion to dentin *Critical Review of Oral and Biological Medicine* **8(3)** 306-335.
- Journal article: special issue/supplement
Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P & Vanherle G (2001) Adhesives and cements to promote preservation dentistry *Operative Dentistry (Supplement 6)* 119-144.
- Abstract:
Yoshida Y, Van Meerbeek B, Okazaki M, Shintani H & Suzuki K (2003) Comparative study on adhesive performance of functional monomers *Journal of Dental Research* **82(Special Issue B)** Abstract #0051 p B-19.
- Corporate publication:
ISO-Standards (1997) ISO 4287 Geometrical Product Specifications Surface texture:

Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters *Geneve: International Organization for Standardization* **1st edition** 1-25.

- Book: single author
Mount GJ (1990) *An Atlas of Glass-ionomer Cements* Martin Duntz Ltd, London.
- Book: two authors
Nakabayashi N & Pashley DH (1998) *Hybridization of Dental Hard Tissues* Quintessence Publishing, Tokyo.
- Book: chapter
Hilton TJ (1996) Direct posterior composite restorations In: Schwarts RS, Summitt JB, Robbins JW (eds) *Fundamentals of Operative Dentistry* Quintessence, Chicago 207-228.
- Website: single author
Carlson L (2003) Web site evolution; Retrieved online July 23, 2003
from: <http://www.d.umn.edu/~lcarlson/cms/evolution.html>
- Website: corporate publication
National Association of Social Workers (2000) NASW Practice research survey 2000. NASW Practice Research Network, 1. 3. Retrieved online September 8, 2003
from: <http://www.socialworkers.org/naswprn/default>