

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA
CURSO DE ODONTOLOGIA**

**AVALIAÇÃO, *IN VITRO*, DA IRRADIÂNCIA DE
FOTOPOLIMERIZADORES NA PAREDE GENGIVAL DE
PREPAROS CAVITÁRIOS CLASSE II EM DENTES HUMANOS.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Luiza Santos Lima

Santa Maria, RS, Brasil

2016

Luiza Santos Lima

**AVALIAÇÃO, *IN VITRO*, DA IRRADIÂNCIA DE
FOTOPOLIMERIZADORES NA PAREDE GENGIVAL DE PREPAROS
CAVITÁRIOS CLASSE II EM DENTES HUMANOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Odontologia, da Universidade Federal de
Santa Maria (UFSM) como requisito parcial
para obtenção do grau de **Cirurgião-
Dentista**.

Orientadora: Prof. Adj. Dra. Gislaine Rosa Biacchi
Co-orientador: Prof. Assoc. Dr. Paulo Edelvar Corrêa Peres

Santa Maria, RS, Brasil

2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA
CURSO DE ODONTOLOGIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

**AVALIAÇÃO, *IN VITRO*, DA IRRADIÂNCIA DE
FOTOPOLIMERIZADORES NA PAREDE GENGIVAL DE PREPAROS
CAVITÁRIOS CLASSE II EM DENTES HUMANOS.**

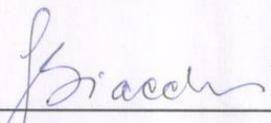
elaborado por

Luiza Santos Lima

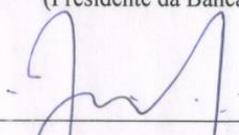
como requisito parcial para obtenção do grau de

Cirurgião-Dentista

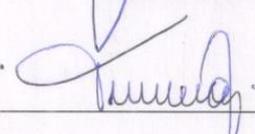
COMISSÃO EXAMINADORA:



Gislaine Rosa Biacchi, Prof.Dra. (UFSM)
(Presidente da Banca/Orientadora)



Bruno Silveira, Dr. (UFSM)



Thiago Machado Ardenghi, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 25 de novembro de 2016.

DEDICATÓRIA

À minha família, que sempre me motivou a buscar o melhor e me ensinou que o conhecimento é algo que nunca poderá ser tirado de mim. Mostrou-me que o melhor caminho não é o mais fácil, e que para vencer as batalhas é necessária muita dedicação, persistência e honestidade.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho não se daria da mesma forma, não fossem pelo auxílio, compreensão, apoio e dedicação de várias pessoas. Agradeço a todos aqueles que contribuíram para a conclusão deste trabalho e para que eu pudesse chegar aonde cheguei. De uma maneira especial, agradeço:

- Ao corpo docente do curso de Odontologia, que sempre reafirmou valores importantes nos cuidados à saúde do ser humano e que soube passar todo seu conhecimento teórico-prático com muita dedicação e empenho.

- Aos pacientes do curso de Odontologia, que mesmo sabendo que minhas mãos eram inexperientes, confiaram em meu trabalho, me proporcionando conhecimento prático e crescimento como ser humano.

- Às alunas de graduação Laura Demenech e Jéssica Teixeira, pelo auxílio na execução da metodologia deste trabalho.

- Aos professores Bruno Silveira, Thiago Ardenghi e Magáli Guimarães, por aceitarem fazer parte da banca examinadora deste Trabalho de Conclusão de Curso. É uma grande honra tê-los como avaliadores.

- À professora Dra. Gislaine Rosa Biacchi, pela oportunidade que me ofereceu de ser monitora da disciplina Materiais Dentários, por dois anos, sabendo da minha paixão pelas aulas nesse laboratório. Assim como o privilégio de tê-la como orientadora deste trabalho. Admiro-a por toda a amizade, carinho, paciência e atenção que dedicou a mim nessa trajetória tão importante, foste grande responsável pelo amor ainda maior que adquiri pela profissão que escolhi.

- Ao professor Dr. co-orientador, Paulo Edelvar Corrêa Peres, por toda ajuda prestada, pela pessoa maravilhosa que és e por me permitir participar do projeto LAPEMICRO.

- A Deus, pela minha vida, por me permitir chegar até aqui e por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

- Aos meus pais, Lenise e Sérgio, por terem formado a pessoa que hoje eu sou, por terem ensinado a mim os valores mais importantes que aprendi: respeito, dedicação, esforço, estudo, e tantos outros, sem os quais não teria sido possível atingir meus objetivos com sucesso. Ao apoio incondicional que dedicaram a mim, sempre muito carinhosos e amorosos. Não existem palavras para agradecer-los. Vocês são os melhores do mundo.

- Ao meu irmão, Henrique Lima, pelo companheirismo em dividir apartamento comigo, pela ajuda, pela compreensão em meus momentos de reclusão para estudo e execução deste trabalho. És uma grande pessoa, admiro tua inteligência e esforço para atingir o que deseja.

- Ao meu namorado e amigo, Leandro Gonçalves, pela paciência, carinho, amizade, amor, apoio e compreensão. Tornaste mais leve meus dias mais conturbados, encheu minha vida de amor e de paz e tem feito com que eu me torne o melhor que posso ser. Obrigada por toda a ajuda, por ser como és e por dividir todos os momentos comigo. Tenho muito orgulho de nós. Amo-te demais!

- Aos meus melhores amigos, por todas as orações que dedicaram à minha vitória nesta etapa, pela amizade, pela torcida e apoio. Com vocês tenho certeza que nunca estarei sozinha.

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

(José de Alencar)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. ARTIGO	10
2.1 Resumo	10
2.2 Abstract	11
2.3 Introdução	12
2.4 Materiais e Métodos	13
2.5 Resultados	15
2.6 Discussão	19
2.7 Conclusões	20
3. REFERÊNCIAS	21
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
6. ANEXOS	26

INTRODUÇÃO

As resinas compostas fotopolimerizáveis são materiais comumente usados pelos cirurgiões-dentistas e por alunos de odontologia, nas Clínicas Odontológicas de graduação e pós-graduação, tanto em dentes posteriores como em dentes anteriores.

Não raro, acontecem falhas nessas restaurações, tais como manchamento e microinfiltração, podendo levar a cáries secundárias em alguns pacientes. Estudos mostram que essas falhas podem ter origem na polimerização deficiente ou parcial desses materiais, podendo gerar um efeito adverso na resistência de união, aumentando a absorção de água e solubilidade¹.

Martin², em 1998, demonstrou que o correto uso e a qualidade dos aparelhos fotopolimerizadores, assim como a boa funcionalidade dos mesmos, são fatores determinantes para a qualidade e longevidade da restauração.

Como qualquer outro aparelho, os fotopolimerizadores também degradam seus componentes de acordo com seu tempo de uso, sendo necessária a troca desses componentes ou até mesmo do aparelho inteiro, dependendo da recomendação dos fabricantes.

Muitos dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados nas clínicas da UFSM estão visivelmente degradados pelo tempo de uso, com algumas peças quebradas ou riscos na ponteira por onde é irradiada a luz, afetando a intensidade da luz que alcança as superfícies das restaurações, prejudicando o grau de conversão de monômeros em polímeros das resinas.

No teste piloto deste estudo, alguns fotopolimerizadores da marca Emmitter C, utilizados na Clínica Integrada V, tiveram suas irradiâncias médias aferidas através de um radiômetro digital, para verificar qual dos aparelhos estava em melhores condições de conservação e preservação da intensidade luminosa, afim de que pudesse ser utilizado para esta pesquisa. Constatou-se que nenhum dos fotopolimerizadores da Clínica estava funcionando na irradiância apontada pelo fabricante, o qual indica uma média de 1000 mW/cm², sendo que a maioria dos fotopolimerizadores testados não passou de 800 mW/cm² nessas aferições iniciais.

Os outros dois aparelhos fotopolimerizadores utilizados na presente pesquisa são de uso pessoal e, devido ao tempo e uso, também não alcançaram as intensidades luminosas expressas pelos fabricantes. A intenção em não se obter aparelhos fotopolimerizadores novos para esta pesquisa está em conseguir aplicabilidade do estudo na prática, além de que isso acarretaria em aumento do custo para realização da mesma.

Além dos fatores relacionados ao aparelho fotopolimerizador, as condições clínicas também podem se tornar limitantes à adequada polimerização dos compósitos, tais como a direção da luz³, a profundidade e a configuração da cavidade⁴, pois preparos cavitários estreitos e profundos podem dissipar a luz irradiada.

Conhecendo estes fatores que podem comprometer a qualidade das restaurações diretas de resina composta e considerando o uso amplo deste material na confecção de restaurações tipo classe II, justificamos a realização do presente estudo.

AVALIAÇÃO DA IRRADIÂNCIA DE FOTOPOLIMERIZADORES NA PROFUNDIDADE DE PREPAROS CAVITÁRIOS TIPO CLASSE II

IN VITRO EVALUATION OF LIGHT CURING UNITS' IRRADIANCE IN GINGIVAL WALL OF CLASS II CAVITIES IN HUMAN TEETH

Lima LS*, Peres PEC**, Biacchi G***.

RESUMO

Introdução: A adequada polimerização da resina composta é fator determinante para o sucesso de restaurações, visto que a intensidade de luz afeta as propriedades mecânicas do material. Cavidades classe II podem delimitar a passagem da luz dos fotopolimerizadores na parede cervical do preparo. **Objetivo:** Medir a intensidade luminosa de fotopolimerizadores na profundidade das caixas proximais, em preparos tipo classe II, em diferentes extensões ocluso-gengivais. **Métodos:** Mediu-se a intensidade de luz de três fotopolimerizadores com radiômetro digital. Obtiveram-se valores com a ponteira posicionada diretamente sobre a célula de leitura do radiômetro (G1 - controle) e sobre três espécimes (dentes humanos extraídos) com preparos nas faces distais nas dimensões vestibulo-linguais de 3,7 mm e méso-distais de 2,5 mm e extensões ocluso-gengivais de 2mm (G2), 4mm (G3) e 6mm (G4). Para evitar infiltração lateral de luz, os espécimes foram envolvidos com silicone de condensação. Realizaram-se dez exposições de 20 segundos por aparelho em cada um dos espécimes, intercalando-se os grupos (n=10). Os dados foram submetidos à análise de variância e as comparações múltiplas ao teste de Tukey ($\alpha=0,05\%$). **Resultados:** O aumento da extensão ocluso-gengival do preparo promoveu a redução na intensidade de luz em todos os aparelhos estudados, em valores absolutos (mW/cm²): 638, 504 e 605 para o G2; 750, 634 e 738 para o G3; 777, 766 e 966 para o G4. **Conclusão:** O aumento da profundidade da cavidade dentária em restaurações classe II leva à significativa redução da intensidade da luz na base do preparo.

Palavras-chave: Preparo do dente; polimerização; dentística operatória.

* Aluna de Graduação da do Curso de odontologia da Universidade Federal de Santa Maria - RS - Brasil.

** Professor Associado do Departamento de Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal de Santa Maria - RS - Brasil.

*** Professora Adjunta do Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Federal de Santa Maria - RS - Brasil.

Correspondência:

Luiza Santos Lima

Rua Riachuelo, 150/303 – 97050-010

Santa Maria – RS – Brasil.

luizasantoslina@hotmail.com

ABSTRACT

Introduction: The appropriate composite resin polymerization is a determinant factor for restorations success since the light intensity affects the material mechanic properties. Class II cavities can physically delimit the light passage of the led curing-unit in the cavity cervical wall. **Objective:** To measure the light intensity of light curing unit in the depth of the proximal boxes in class II cavities in different occluso-gingival extensions. **Methods:** The light intensity of three light curing unites (Radii, Emmiter C and Woodpecker) was measured with digital radiometer. Values were obtained with the tip positioned directly on the radiometer reading cell (G1 – control) and on three specimens (extracted human teeth) with preparations on the distal faces at the vestibule-lingual dimensions of 3.7mm and mesio-distal of 2,5 mm and occluso-gingival extensions of 2 mm (G2), 4 mm (G3) and 6 mm (G4). To avoid light lateral infiltration the specimens were involved with condensation silicone. Each specimen underwent 10 exposures of 20 seconds each intercalating the groups (n=10). The data were submitted to the variance analysis and the multiple comparisons to the Tukey test ($\alpha = 0,05\%$). **Results:** The increase of the cavity occluso-gingival extension caused a decrease in light intensity on all studied devices in absolute values (mW/cm²): 638, 504 and 605 to G2; 750, 634 and 738 to G3; 777, 766 and 966 to G4. **Conclusion:** The increase of dental cavity deepness on class II restorations leads to significant light intensity decrease in the cavity base.

Keywords: Tooth preparation; polymerization; dentistry.

INTRODUÇÃO

As resinas compostas são materiais amplamente utilizados em restaurações de dentes anteriores e posteriores, na odontologia contemporânea. A obtenção de adequadas propriedades físico-mecânicas e biológicas se torna imprescindível para o sucesso clínico e longevidade da restauração. O desempenho clínico de resinas compostas fotopolimerizáveis é intrinsecamente influenciado pela qualidade da sua fotopolimerização, ou seja, pela capacidade de conversão de monômeros em polímeros^{1,2}.

A polimerização insuficiente dos compósitos compromete as propriedades do material, reduzindo a dureza³ e a resistência mecânica⁴, além de acarretar em maior tendência ao manchamento⁵, sensibilidade pós-operatória^{6,7} e cárie secundária⁷.

O grau de polimerização é dependente do comprimento de onda e intensidade da luz do aparelho fotopolimerizador⁸, do tempo de exposição do material à luz⁹, espessura¹⁰, matiz e opacidade do material fotopolimerizável¹¹. Uma polimerização deficiente ou parcial da resina composta pode resultar em um aumento de absorção de água e solubilidade¹², obtendo um efeito adverso na resistência de união.

Os aparelhos fotopolimerizadores a LED são os mais utilizados no procedimento restaurador ou cimentante com materiais resinosos. A intensidade média ideal de luz emitida pelo fotopolimerizador, segundo Santos *et al.* (2002)¹³ deve ser de, no mínimo, 600 mW/cm², para polimerizar um incremento de 2 mm de resina composta, em um tempo de 40 segundos. Porém, outros estudos demonstraram que a intensidade média de luz que deve atingir um incremento de 2 mm de resina composta está entre 400 e 500 mW/cm²^{14,15,16}. Incrementos maiores que 2 mm prejudicam a passagem de luz, interferindo na intensidade de irradiância que alcança as camadas mais profundas da restauração^{17,18}.

Alguns fatores inerentes às condições clínicas também podem se tornar limitantes à adequada polimerização dos compósitos, tais como a direção da luz¹¹, a profundidade e configuração da cavidade¹⁹.

Em dentes posteriores com envolvimento de face proximal, como acontece em Classe tipo II de Black ou slot vertical, a distância do fotopolimerizador à parede gengival do preparo chega a atingir até 8 mm, segundo alguns estudos^{20,21}, prejudicando a intensidade de luz que atinge os primeiros incrementos de resina e o material adesivo.

Demenech e Fernandes (2016), utilizando dentes artificiais obtidos de manequim, observaram que o aumento da profundidade cavitária, em restaurações classe II, leva à significativa diminuição da intensidade da luz na parede gengival do preparo*. Sabe-se,

porém, que os dentes humanos possuem propriedades ópticas únicas, determinadas pelos tecidos dentinários e pelo esmalte, diferentemente dos dentes artificiais. Assim, a quantidade de luz que atinge as paredes gengivais, utilizando-se dentes naturais, pode ser diferente daquela obtida em dentes artificiais. O esmalte dentário é um tecido parcialmente translúcido, propriedade que permite a passagem de luz, transmitindo-a para todas as direções. Por outro lado, as características ópticas da dentina tendem a uma menor translucidez quando comparada ao esmalte, apresentando maiores características de opacidade, ou seja, menor transmissão da luz incidente^{22, 23}.

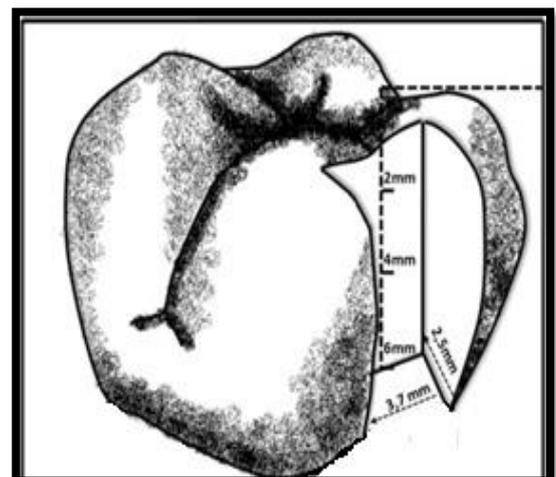
Desta forma, esse estudo buscou avaliar, *in vitro*, as possíveis alterações da irradiância da luz emitida por aparelhos fotopolimerizadores, alcançada na parede gengival da face proximal de cavidades tipo classe II, em dentes humanos, definindo a hipótese de haver uma perda significativa da luz irradiada com o aumento da profundidade do preparo, porém em menores proporções do que a verificada no estudo anterior com dentes artificiais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, número XXX, no qual se utilizou terceiros molares humanos cedidos pelo Banco de Dentes do Curso de Odontologia da UFSM.

Espécimes com preparos tipo classe II (ocluso-distais) foram confeccionados em três terceiros molares humanos extraídos, seccionados nas alturas ocluso-gengivais de 2 mm, 4 mm e 6 mm, a partir da cúspide distal e em direção à parede gengival. As dimensões vestibulo-linguais e méso-distais obtidas foram de 3,7 mm e 2,5 mm, respectivamente, utilizando-se um padrão de madeira aferido por paquímetro digital (King Tools, Brasil), conforme representado na Figura 1.

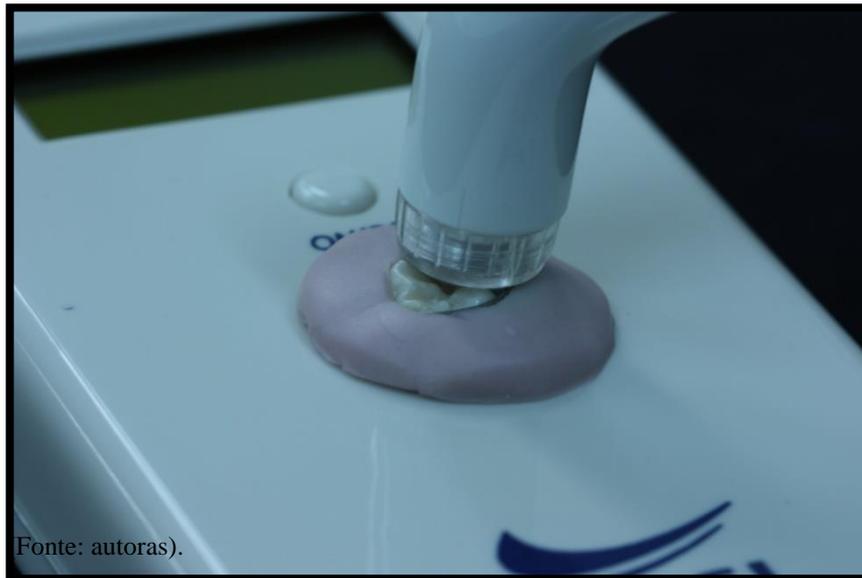
Figura 1: Representação das dimensões ocluso-gengivais, vestibulo-linguais e méso-distais confeccionados nos espécimes.



(Fonte: autoras)

Três diferentes fotopolimerizadores à LED (Diodo Emissor de Luz) foram utilizados na pesquisa: Radian (SDI, Austrália), Emmitter C (Schuster, Brasil) e Woodpecker (HLT, China) com aproximadas intensidades médias de luz de 780 mW/cm², 890 mW/cm² e 1200 mW/cm², respectivamente. Os grupos foram determinados como segue: Grupo I (controle), composto pela mensuração das intensidades de luz com a ponteira dos fotopolimerizadores posicionada diretamente sobre a célula de leitura do radiômetro digital (RD7 Ecel, Brasil) e registrada imediatamente antes da mensuração dos espécimes dos diferentes grupos; Grupo II, composto pela mensuração das intensidades de luz com a ponteira dos fotopolimerizadores posicionada sobre a face ocluso-distal dos espécimes, com extensão de preparo de 2 mm; Grupo III, em espécimes com extensão de preparo de 4 mm; e Grupo IV, em espécimes com extensão de preparo de 6 mm. A Figura 2 demonstra a ponteira do fotopolimerizador RADII posicionada sobre a face ocluso-distal do espécime do Grupo II.

Figura 2 – Aparelho fotopolimerizador RADII sobre espécime de 2 mm de profundidade ocluso-gengival, posicionado sobre a célula de leitura do radiômetro digital.



Fonte: autoras).

Antes da imediata aferição da intensidade de luz em cada espécime dos grupos II, III e IV, procedeu-se no registro da intensidade de luz para o grupo controle (GI). Após cada registro, sem o espécime, procedeu-se a medição com o espécime de cada grupo, colocado na porção central da célula de leitura do radiômetro. As medições foram, então, intercaladas, sem e com espécime, por 10 vezes (n = 10) com duração de 20 segundos, para todos os grupos. O maior valor de intensidade de luz obtida foi registrado. Para evitar infiltração lateral de luz

sobre a célula de leitura do radiômetro, vedaram-se as paredes externas de cada espécime com o auxílio de uma matriz de aço de 5 mm (GII e GIII) e 7 mm (GIV) e silicone de condensação (Zetalabor, BadiaPolesine, RO, Itália).

Os registros também foram realizados de forma intercalada entre os grupos, a cada medição, reposicionando os fotopolimerizadores na base de recarga. Entre cada exposição realizou-se a limpeza da ponta do fotopolimerizador e da célula de captação de luz com gaze embebida em álcool 70%.

Análise Estatística

Com as mensurações, verificou-se o atendimento das pressuposições de normalidade e de homocedasticidade, ou seja, homogeneidade de variância, entre todos os dados de luminosidade registrados. A alteração de intensidade de luz foi calculada pela subtração entre os valores obtidos sem o espécime e com o espécime, posicionado sobre a célula de leitura do radiômetro para todos os grupos.

A análise de variância a dois critérios foi empregada para investigar se houve diferença entre os aparelhos fotopolimerizadores, o efeito das diferentes profundidades ocluso-gengivais e a existência de interação entre os fotopolimerizadores e profundidades. Para as comparações múltiplas, empregou-se o teste de Tukey.

Os cálculos estatísticos foram conduzidos no programa SPSS 23 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), tendo sido adotado o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

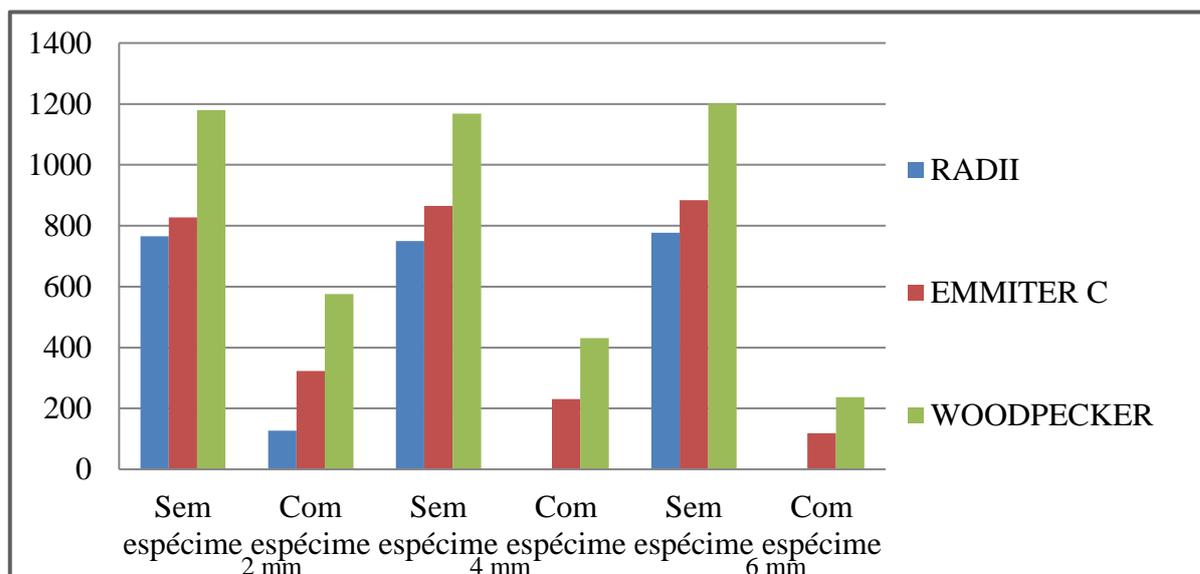
Os valores médios e desvios padrão das leituras de irradiância dos três aparelhos fotopolimerizadores, aferidos antes e após o posicionamento dos espécimes, com cavidades tipo Classe II de Black (OD), em profundidades ocluso-gengivais de 2, 4 e 6 mm na face distal de terceiros molares humanos extraídos, estão representados na Tabela 1 e no Gráfico 1.

Tabela 1 – Médias e desvios padrão dos valores de irradiância (em mW/cm²), segundo o aparelho fotopolimerizador, a profundidade da cavidade e o momento de aferição pelo radiômetro.

Profundidade	RADII		Emmitter C		Woodpecker	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
2 mm (GII)	765 (35)	127 (7)	827 (98)	323 (63)	1180 (32)	576 (11)
4 mm (GIII)	750 (8)	0 (0)	865 (9)	231 (12)	1168 (20)	431 (14)
6 mm (GIV)	777 (6)	0 (0)	884 (14)	119 (10)	1202 (38)	237 (30)

Legenda: GI corresponde ao valor da tabela “Antes” do posicionamento dos espécimes.

Gráfico 1 – Diagrama de colunas evidenciando a variação média de irradiância (em mW/cm²) entre a medição prévia e após o posicionamento dos espécimes, segundo o aparelho fotopolimerizador e a extensão da cavidade.



As alterações de irradiância foram obtidas considerando-se os diferentes aparelhos fotopolimerizadores e as três profundidades das cavidades ocluso-gengivais na face distal, cujos valores foram calculados a partir da subtração entre os dados registrados previamente e a após o posicionamento de cada espécime, através da média obtida das dez aferições de cada grupo. Sendo assim, quanto menor a alteração, menor a discrepância entre os valores prévios e após o posicionamento do espécime e, portanto, maior o valor da irradiância após o posicionamento do espécime. As alterações médias de irradiância, de acordo com o aparelho fotopolimerizador utilizado e as profundidades ocluso-gengivais de cavidades Classe II nas faces distais dos espécimes, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias e desvios padrão da perda de irradiância (em mW/cm²), segundo o aparelho fotopolimerizador e a profundidade da cavidade.

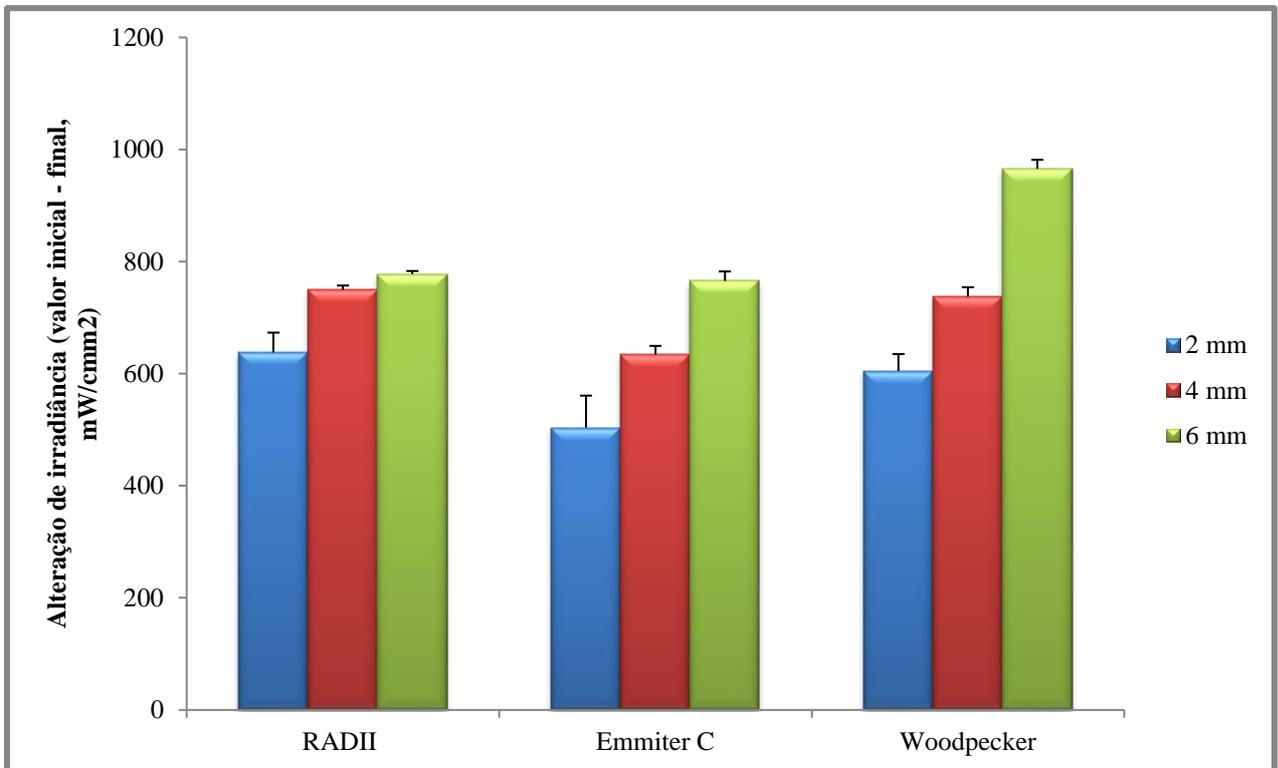
Profundidade	Aparelho fotopolimerizador		
	RADII	Emmiter C	Woodpecker
2 mm	638 (35) Ba	504 (57) Aa	605 (30) Ba
4 mm	750 (8) Bb	634 (15) Ab	738 (17) Bb
6 mm	777 (6) Ab	766 (17) Ac	966 (16) Bc

Legenda: Médias seguidas por letras maiúsculas distintas indicam diferença estatisticamente significativa entre os aparelhos fotopolimerizadores, considerando-se cada profundidade individualmente. Médias seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferença estatisticamente significativa entre profundidades, considerando-se cada aparelho fotopolimerizador individualmente.

A análise de variância a dois critérios, aplicada aos dados de alteração de irradiância (valores obtidos após o posicionamento dos espécimes, subtraídos dos registros realizados previamente ao posicionamento destes), demonstrou que houve interação significativa entre aparelhos fotopolimerizadores e as profundidades ($p < 0,001$), com poder de teste de 96,0%.

Desmembrando-se a interação pelo teste de Tukey, constatou-se que, na presença de cavidades distais com profundidades de 2 ou 4 mm, a menor alteração de irradiância, ou seja, a menor discrepância entre os valores prévios e após o posicionamento dos espécimes, foi observada com a utilização do fotopolimerizador Emmiter C. Entre os aparelhos RADII e Woodpecker, em cavidades ocluso-distais, com profundidades ocluso-gengivais iguais a 2 ou 4 mm, não houve diferença estatisticamente significativa de perda de irradiância. Tais valores são encontrados na Tabela 2 e no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Diagrama de colunas evidencia a perda média (com desvios padrão) de irradiância, em valores absolutos (mW/cm^2), segundo o aparelho fotopolimerizador e a profundidade da cavidade.



(Fonte: Autoras)

Para as cavidades com maiores profundidades, ou seja, 6 mm, o teste de Tukey demonstrou que o aparelho Emmitter C continuou possibilitando as menores alterações de irradiância, mas sem diferença estatisticamente significativa comparada ao fotopolimerizador RADII. Por outro lado, o aparelho Woodpecker esteve associado às maiores perdas de irradiância após o posicionamento dos espécimes.

O teste de Tukey ainda demonstrou que, ao se empregar qualquer um dos fotopolimerizadores, a menor alteração nos valores de irradiância, com o posicionamento dos espécimes, ocorreu quando a cavidade possuía profundidade de 2 mm. Com o aumento da profundidade para 4 e 6 mm, observou-se aumento progressivo estatisticamente significativo na perda de irradiância, quando empregados os aparelhos fotopolimerizadores Emmitter C e Woodpecker. O aparelho RADII não demonstrou diferença estatisticamente significativa de perda de irradiância comparando as cavidades com profundidades ocluso-gengivais de 4 e 6 mm, tendo em vista que, nesses dois grupos, a aferição do radiômetro com o posicionamento dos espécimes não passou de 0 (mW/cm^2).

DISCUSSÃO

O sucesso clínico do procedimento restaurador com resina composta fotopolimerizável está diretamente relacionado com a qualidade de luz do aparelho fotopolimerizador utilizado²⁴.

A eficácia dos fotopolimerizadores a LED na polimerização de compósitos tem sido avaliada em vários estudos utilizando diferentes métodos: grau de polimerização¹, avaliação da longevidade clínica das restaurações⁶, teste de microdureza da resina composta¹³, resistência à compressão²⁵, avaliação da microinfiltração²⁶, dentre outros.

Alguns fatores clínicos tais como a direção da luz¹¹, a profundidade e configuração da cavidade¹⁹ e a distância da ponta do fotopolimerizador à base do preparo¹⁴, também podem interferir na adequada polimerização, afetando a aquisição de adequadas propriedades físico-mecânicas da restauração.

Alguns estudos demonstraram intensidade média de luz entre 400 e 500 mW/cm², como a mínima requerida para fotopolimerizar um incremento de 2 mm de resina composta^{14,15,16}, e que a distância da luz do aparelho fotopolimerizador à superfície da restauração não pode ultrapassar 6 mm²⁷. Em cavidades classe tipo Classe II, a distância do fotopolimerizador à parede gengival do preparo pode chegar a 8 mm^{20,21}.

Nesse estudo, ao quantificar a intensidade média de luz de fotopolimerizadores, captadas na parede gengival de preparos cavitários tipo Classe II, constatou-se significativa perda de irradiância de luz em todos os aparelhos, com o aumento da profundidade do preparo.

O aparelho RADII, com intensidade média de luz variando entre 765 e 777 mW/cm², apresentou intensidades muito baixas de luz na célula de leitura do radiômetro, sendo que nas cavidades com 4 e 6 mm, o número zero (0) foi registrado no marcador. Considerou-se que o diâmetro maior da ponteira do fotopolimerizador RADII comparado às ponteiras dos outros fotopolimerizadores deva promover uma dissipação lateral da luz emitida, dificultando a concentração da mesma no preparo cavitário com desenho estreito e profundo²⁸.

O aparelho fotopolimerizador Woodpecker, possuindo as maiores intensidades médias de luz entre os aparelhos utilizados nesse estudo, variando entre 1168 e 1202 mW/cm², foi o único que obteve resultados acima de 400 mW/cm² após o posicionamento dos espécimes do Grupo II e do Grupo III, ou seja, nos preparos cavitários contendo 2 e 4 mm de profundidade. Os outros dois aparelhos fotopolimerizadores não atingiram essa intensidade de luz na base dos preparos cavitários em nenhuma das três diferentes profundidades.

O aparelho fotopolimerizador Emmitter C obteve as menores perdas médias de luz nas diferentes profundidades, porém a intensidade média de luz que chegou à parede gengival das cavidades não foi superior a 400 mW/cm².

Através dos resultados obtidos nesse estudo, aliados à deterioração dos aparelhos fotopolimerizadores pelo uso, ao longo do tempo, e da falta de homogeneidade na distribuição das fontes luminosas^{9,22}, pode-se supor ainda mais dificuldades na obtenção de suficiente luminosidade na profundidade de preparos tipo classe II. A hipótese inicial, de que as a perda de intensidade luminosa na parede gengival dos preparos em dentes naturais seriam menores do que em dentes artificiais* não se confirmou. O percentual de redução da luminosidade (em mW/cm²) nos dois estudos foi bastante similar, não sendo a translucidez parcial do esmalte capaz de transmitir mais luz para a profundidade da cavidade.

Além da profundidade do preparo cavitário, a diminuição significativa da intensidade de luz, com o aumento da distância entre a ponta do aparelho e o material a ser polimerizado^{20, 21}, parece estar também relacionada às barreiras físicas promovidas pelo preparo dentário, situação bastante comum ao cirurgião dentista na confecção de restaurações posteriores que envolvem paredes proximais. Esta diminuição significativa da intensidade de luz, na parede gengival, certamente afetará o grau de polimerização do material.

A limitação da abertura de boca e a posição oblíqua da ponta do aparelho também devem ser consideradas na redução da intensidade de luz, dificultando a adequada polimerização do material adesivo e da resina composta em restaurações proximais. Aliado a estas condições, alguns aspectos do material resinoso, tais como o tamanho do incremento¹⁰, o matiz e a opacidade¹¹ também podem influenciar na capacidade de polimerização e, conseqüentemente, no sucesso final do procedimento restaurador.

CONCLUSÕES

Considerando as limitações deste estudo *in vitro*, pode-se concluir que:

- o aumento da distância ocluso-gengival dos preparos tipo Classe II em dentes humanos promove diminuição significativa da intensidade luminosa irradiada pelos aparelhos fotopolimerizadores na parede gengival da cavidade;
- a quantidade de intensidade luminosa que atinge a parede gengival, em preparos tipo Classe II, pode não ser suficiente para polimerizar adequadamente o material restaurador fotoativado.

REFERÊNCIAS

1. De Souza G, Braga RR, Cesar PF, et al. Correlation between clinical performance and degree of conversion of resin cements: a literature review. *J Appl Oral Sci.* 2015; 23(4):358-68.
2. Jang Y, Ferracane JL, Pfeifer CS, et al. Effect of Insufficient Light Exposure on Polymerization Kinetics of Conventional and Self-adhesive Dual-cure Resin Cements. *Oper Dent.* 2016; 41(5).
3. Esmaeili B, Safarcherati H, Vaezi A. Hardness Evaluation of Composite Resins Cured with QTH and LED. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 2014;8(1):40-44.
4. Kopperud HM, Johnsen GF, Lamolle S, et al. Effect of short LED lamp exposure on wear resistance, residual monomer and degree of conversion for Filtek Z250 and Tetric Evo Ceram composites. *Dent Mater.* 2013; 29(8):824-34.
5. Aguiar FH, Georgetto MH, Soares GP, et al. Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *J Esthet Restor Dent.* 2011; 23(2):106-14.
6. Gianordoli-Neto R, Padovani GC, Mondelli J, et al. Two-year clinical evaluation of resin composite in posterior teeth: A randomized controlled study. *J Conserv Dent.* 2016; 19(4): 306–310.
7. Pallesen U, van Dijken JW. A randomized controlled 27 years follow up of three resin composites in Class II restorations. *J Dent.* 2015; 43(12):1547-58.
8. Magalhães Filho TR, Weig KM, Costa MF, et al. Effect of LED-LCU light irradiance distribution on mechanical properties of resin based materials. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2016; 63:301-7.
9. Nomotoa R, Asadab M, McCabec JF, et al. Light Exposure required for optimum conversion of light activated resin systems. *Dent Mater.* 2006; 22(12):1135-42.
10. Flury S, Peutzfeldt A, Lussi A. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites. *Dent Mater.* 2014; 30(10):1104-12.
11. Shortall AC, Wilson HJ, Harrington E. Depth of cure of radiation-activated composite restoratives - influence of shade and opacity. *J Oral Rehabil.* 1995; 22(5):337-42.
12. Gonçalves L, Amaral CM, Poskus LT, et al. Degradation of resin composites in a simulated deep cavity. *Braz Dent J.* 2014; 25(6):532-7
13. Santos MJMC, Souza JR MHS, Mondelli RFL. New Concepts on Composites Resin Photocuring Light Activation. *J Bras Dent Estet.* 2002; 1(1): 14-21.

14. Thomé T, Steagall W, Tachibana A, et al. Influence of the distance of the curing light source and composites shade on hardness of two composites. *J Appl Oral Sci.* 2007;15(6):486-91.
15. Rueggerberg FA, Caughman WF, Curtis JW Jr. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent.* 1994; 19: 26-32.
16. Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J Dent.* 1998; 26:239-43.
17. Frauscher KE, Ilie N. Depth of cure and mechanical properties of nano-hybrid resin-based composites with novel and conventional matrix formulation. *Clin Oral Investig.* 2012; 16(5):1425-34.
18. de Araújo CS, Schein MT, Zanchi CH, et al. Composite resin microhardness: the influence of light curing method, composite shade and depth of cure. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 9(4):43-50.
19. Cekic-Nagas I, Egilmez F, Ergun G. The effect of irradiation distance on microhardness of resin composites cured with different light curing units. *Eur J Dent.* 2010; 4(4):440-6.
20. Hansen EK, Asmussen E. Visible-light curing units: correlation between depth of cure and distance between exit window and resin surface. *Acta Odontol Scand.* 1997; 55(3):162-6.
21. Price RB, Dérand T, Sedarous M, et al. Effect of distance on the power density from two light guides. *J EsthetDent.* 2000; 12(6):320-7.
22. Ardu S, Feilzer AJ, Braut V, et al. Pilot in vivo image spectro-photometric evaluation of optical properties of pure enamel and enamel-dentin complex. *Dent Mater.* 2010; 26(7): 205-10.
23. Yu B, Ahn JS, Lee YK. Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontol Scand.* 2009; 67(1): 57-64.
24. Meniga A, Tarle Z, Ristic M, Sutalo J, Pichler G. Pulsed blue laser curing of hybrid composite resins. *Biomaterials.* 1997; 18(20):1349-54.
25. Mousavinasab SM, Meyers I. Curing Efficacy of Light Emitting Diodes of Dental Curing Units. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects.* 2009; 3(1):11-16.
26. Zakavi F, Leila Hagh G, Sadeghian S, et al. Evaluation of microleakage of class II dental composite resin restorations cured with LED or QTH dental curing light; Blind, Cluster Randomized, In vitro cross sectional study. *BMC Res Notes* 2014; 3(7): 416.
27. Caughman WF, Rueggeberg FA, Jr Curtis JW. Clinical guidelines for photocuring restorative resins. *J Am Dent Assoc.* 1995; 126:1280-6.
28. Nitta K. Effect of light guide tip diameter of LED-light curing unit on polymerization of light-cured composites. *Dent Mater.* 2005; 21(3):217-23.

29. Shortall AC, Harrington E, Wilson HJ. Light curing unit effectiveness assessed by dental radiometers. *J Dent.* 1995; 23(4): 227-32.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessário que os cirurgiões-dentistas avaliem periodicamente a irradiância emitida pelo aparelho fotopolimerizador em uso clínico, através de radiômetro, fazendo troca de peças e substituição do equipamento quando necessário.

Além disso, é importante salientar que o aparelho deve ser usado e, em seguida, ser posicionado na sua base carregadora, para que o mesmo não perca gradualmente a irradiância média de um incremento para outro, ou de uma restauração para outra, e possa ter homogeneidade nas intensidades de luz emitidas.

Nesse estudo, a ponteira dos fotopolimerizadores estava em contato direto, ou seja, a uma distância de 0 (zero) mm da parede oclusal do preparo, e ainda assim, verificou-se perdas significativas de irradiância nos três fotopolimerizadores utilizados.

É preciso considerar que há uma desconexão na forma como esses aparelhos são utilizados em pesquisa e em como são utilizados na prática, pois *in situ*, várias interferências na fotopolimerização podem ocorrer, como: distâncias da ponta do fotopolimerizador à superfície do material maiores que 6 mm, abertura bucal pequena, localização posterior do dente na cavidade oral, tamanho da ponteira do fotopolimerizador e direcionamento da luz, prejudicando ainda mais a adequada polimerização do material resinoso.

Tendo em vista o uso crescente da resina composta fotopolimerizável, é de fundamental relevância conhecer a verdadeira intensidade de luz com a qual se está operando nas diversas situações clínicas, em especial naquelas mais desafiadoras. Caso contrário, muitos procedimentos restauradores podem estar sendo executados sem a eficácia necessária à longevidade e à funcionalidade, devido ao comprometimento da adequada polimerização do material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonçalves L, Amaral CM, Poskus LT, et al. Degradation of resin composites in a simulated deep cavity. *Braz Dent J.* 2014;25(6):532-7
2. Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J Dent.* 1998; 26:239-43.
3. Shortall AC, Wilson HJ, Harrington E. Depth of cure of radiation-activated composite restoratives - influence of shade and opacity. *J Oral Rehabil.* 1995;22(5):337-42.
4. Cekic-Nagas I, Egilmez F, Ergun G. The effect of irradiation distance on microhardness of resin composites cured with different light curing units. *Eur J Dent.* 2010;4(4):440-6.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1 - Aceite da Revista APCD:

São Paulo, quinta-feira, 3 de novembro de 2016

**Ilmo(a) Sr.(a)
Prof(a), Dr(a) Gislaine Rosa Biacchi**

Referente ao código de fluxo: **1466**

Título: Perda da intensidade luminosa na base da caixa proximal de cavidades tipo Classe II.

Classificação: **Artigo Original**

Comentário do Editor:

Prezados autores

Muito obrigado pela apresentação do manuscrito à Revista da APCD

Seu artigo foi submetido à revisão por pares, com o objetivo de assegurar que os artigos publicados em nosso periódico contemplem padrões de qualidade e validade científica. Assim temos a satisfação de informar-lhes que o manuscrito intitulado "Perda da intensidade luminosa na base da caixa proximal de cavidades tipo Classe II." foi aceito para publicação na Revista da APCD.

Esperamos que nosso periódico possa ser considerado como veículo de disseminação de futuros estudos para uma possível publicação na Revista da APCD. Obrigado, mais uma vez, por considerar este periódico, a principal revista para a apresentação de seus estudos mais recentes e interessantes.

Cordialmente

Corpo Editorial da Revista da APCD

Dra. Alessandra Pereira de Andrade
Secretaria Executiva

Dra. Angela Mayumi Shimaoka
Assessora do Editor

Dr. Danilo Antônio Duarte
Editor

ANEXO 2 - Normas para publicação

Journal of Esthetic and Restorative Dentistry

1. MANUSCRIPT PREPARATION

1.1 Getting Started

- Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 6 or higher, or 7.2, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4) and go to the journal's online Submission Site: <http://mc.manuscriptcentral.com/jerd>
- Log-in or click the "Create Account" option if you are a first-time user.
- If you are creating a new account:
 - After clicking on "Create Account," enter your name and e-mail information and click "Next." Your e-mail information is very important.
 - Enter your institution and address information as appropriate, and then click "Next."
 - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your area of expertise. Click "Finish."
- If you have an account, but have forgotten your log in details, go to Password Help on the journal's online submission system <http://mc.manuscriptcentral.com/jerd> and enter your email address. The system will send you an automatic user ID and a new temporary password.
- Log-in and select "Author Center"

1.2 Submitting Your Manuscript

- After you have logged in, click the "Submit a Manuscript" link in the menu bar.
- Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.
- Click the "Next" button on each screen to save your work and advance to the next screen.
- You are required to upload your files.
 - Click on the "Browse" button and locate the file on your computer.
 - Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.
 - When you have selected all files you wish to upload, click the "Upload Files" button.

- Review your submission (in HTML and PDF format) before sending to the Journal. Click the "Submit" button when you are finished reviewing.

1.3 Manuscript Types Accepted

Original Research Articles are related to laboratory research or clinical research.

Clinical Technique Articles describe significant achievements and improvements in clinical practice such as comprehensive interdisciplinary dental treatment, introduction of new technology or practical approaches to recognized clinical challenges. They should conform to the highest scientific and clinical practice standards with supporting references where indicated.

Case Reports must represent new or novel approaches to dealing with specific clinical problems. Proper qualifying and/or disclaiming statements should be included if inadequate research is available to validate the techniques being presented.

Review Articles may be submitted independently or invited by the Editor and include systematic literature reviews of topics related to esthetic and restorative dentistry, as well as more general, comprehensive reviews or updates of a given topic.

2. General Guidelines

Product trade names cited in the text must be accompanied by a generic term, and followed by the manufacturer, city, and state/country in parentheses. References in the text and figure legends to teeth illustrated in a figure should be identified by name (eg, upper right central incisor), not by number. The manuscripts submitted to the Journal must be written in appropriate English. It is the author's responsibility to ensure this by either having sufficient English language skills or by obtaining the services of an English-as-second-language expert.

The same general headings and sections should be used in the articles as used in the abstract. See below for the specific headings and sections indicated for the various types of articles.

2.1 Title Page: The title page must include all authors' full names, academic degrees, and institutional affiliations and locations. If the manuscript was originally presented as part of a meeting, please state the name, date, and location of the meeting. Sources of support in the form of grants, equipment, products, drugs, or all of these must be disclosed. A corresponding author must be designated and full details of the correspondent's address provided: name, address, telephone and fax numbers, and e-mail address. Unless specified otherwise, the corresponding author's address also will be used for reprint requests.

2.2 Abstract: A structured abstract of no more than 250 words must be provided for each article. Footnotes, references, and abbreviations are not used in the abstract. For original

research articles, the abstract should include the following headings and sections: (1) Objective. This section includes a statement of the problem and the purpose of the study, (2) Materials and Methods. This section should include materials, methods and statistical analyses employed in the study. (3) Results. (4) Conclusions.

2.3 References: References should be numbered consecutively in the order in which they are first mentioned in the text, and listed at the end of the text in numeric, not alphabetic, order. Identify references in text, tables, and legends by Arabic numerals in superscript. References cited only in tables or figure legends should be numbered subsequent to the numbering of references cited in the text. Unpublished sources, such as manuscripts in preparation and personal communications, are not acceptable as references. Only sources cited in the text should appear in the reference list. List all authors when four or fewer; when more than four, list the first three and add "et al."

4. CITATION FORMAT

4.1 Journal Articles

Donnelly PV, Miller C, Ciardullo T, et al. Occlusion and its role in esthetics. *J Esthet Dent* 1996; 8:111-8.

4.2 Books

Hickey JC, Zarb GA. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients. 9th ed. St. Louis (MO): CV Mosby; 1985.

5. Tables

Type or print out each table with double spacing on a separate page. Ensure that each table is cited in the text, number tables consecutively in the order of their first citation in the text, and provide a brief title for each. Give each column a brief, descriptive heading. No table should contain data that could be included in the text in several sentences.

6. Illustrations

Images must be submitted electronically according to the following specifications:

- COLOR photographs should be saved as TIF files in CMYK at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width at 300 dpi.
- BLACK AND WHITE photographs should be saved as TIF files in grayscale at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width at 300 dpi.
- Line drawings should be prepared in Microsoft Word or PowerPoint, or in Adobe Illustrator without embedded images from other sources. Existing line drawings should be scanned at 1,200 dpi at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width and saved as EPS files.
- All images must be labeled clearly in consecutive order with the figure number and part. Hard copies of images are no longer accepted. Photomicrographs must feature internal scale

markers. Symbols, arrows, or letters used in these should contrast with the background. Original magnification must be provided.

Figure reproduction cannot improve on the quality of the originals. It does not correct the exposure, sharpen the focus, or improve the contrast of the original print. Any special instructions about sizing, placement, or color should be clearly noted. Electronic submissions are not returned to the authors. Figure legends must be numbered to correspond with the figures and typed or printed on a separate page. Symbols, arrows, or letters used to identify parts of the illustration must be explained clearly in the legend. If a figure has been previously published, the legend must acknowledge the original source.

7. DISCLOSURE AND ACKNOWLEDGMENTS

Please provide any information you wish to include acknowledging contributions from individuals such as for statistical support, labwork, etc. Also it is imperative that you provide a disclosure statement if you have any financial interest in any of the companies whose products or devices are included in the paper. If no financial interest exists, the following statement must be used: "The authors do not have any financial interest in the companies whose materials are included in this article."