

Interferência dos métodos de fotopolimerização na microinfiltração marginal de restaurações de resina composta

Interference of the light cure methods in the marginal microleakage of restorations of composed resin

André Luiz Cervantes JORGE

Mestre em Odontologia Restauradora, disciplina de Dentística – Departamento de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

Graziela Ribeiro BATISTA

Estagiária da Disciplina de Dentística, Departamento de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

Maria Amélia Máximo de ARAÚJO

Professora Titular da Disciplina de Dentística, Departamento de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

Carlos Rocha Gomes TORRES

Professor Doutor da Disciplina de Dentística, Departamento de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

RESUMO

Avaliou-se o selamento marginal de restaurações de resina composta em dentes bovinos empregando-se o teste de microinfiltração, variando-se a fotopolimerização. Sessenta dentes receberam preparos cavitários, tipo “caixa” e a seguir, foram divididos em 5 grupos de 12 dentes cada. Após ataque ácido, e aplicação do adesivo Single Bond-3M ESPE, os dentes foram restaurados com a resina composta Z250-3M ESPE, em 2 incrementos, variando-se as fotopolimerizações: grupo 1: 600mW/cm²/30s com um aparelho XL3000-3M ESPE; o grupo 2: 180mW/cm²/10s com a ponta do fotopolimerizador à 14mm de distância da restauração, repouso por 10s e depois por 20s com a ponta do fotopolimerizador em contato com a resina, grupo 3 com um aparelho progressivo – Jet Lite 4000 Plus – J.Morita de 100 a 1400 mW/cm², por 30s, grupo 4 com um aparelho de Led – Led-Lec – MM Optics de potência de 130 mW/cm² e o grupo 5 com um Led para clareamento Bright Lec II de 600 mW/cm². Os dentes foram termociclados por 500 ciclos, (5°C-55°C), submersos em solução de nitrato de prata 50% por 24 horas, lavados por 20min e colocados em solução reveladora de radiografias por 8 horas. Os dentes foram seccionados e as imagens coletadas por uma câmera digital acoplada a um estereomicroscópio e analisadas através do programa computacional Image Tool 3.0. Após aplicar os testes ANOVA e de Tukey (5%), concluímos que o Jet Lite apresentou os maiores valores de microinfiltração marginal estaticamente significativa e que os demais grupos não apresentam diferenças significantes, compondo o seguinte ranking decrescente de valores de microinfiltração marginal: Bright Lec > convencional > distância > Led-lec.

UNITERMOS

Fotopolimerização; resinas compostas; microinfiltração.

INTRODUÇÃO

No decorrer das últimas décadas a odontologia restauradora desenvolveu-se muito graças ao desenvolvimento das técnicas adesivas e dos materiais dentários, mas também pela necessidade dos pacientes em obter restaurações esteticamente aceitáveis e com maior longevidade.

De acordo com Busato et al.⁶, o advento da técnica do condicionamento ácido do esmalte em 1955, o desenvolvimento da resina composta idealizada por Bowen⁶, 1962 e o desenvolvimento dos sistemas adesivos ao dente, tem possibilitado aos profissionais realizar restaurações de forma mais adequada. Desde então, a comunidade científica pesquisa incessantemente novos monômeros adesivos (CARVALHO et al.¹⁰, 1996), que possam interagir melhor com os tecidos dentais remanescentes e assim promover a adesão dos materiais restauradores ao dente e conseqüentemente um melhor selamento dessas restaurações.

Entretanto, para que se consiga melhores resultados, além da capacitação técnica do profissional durante as fases do preparo, existem as variáveis dos próprios materiais restauradores, quanto a composição orgânica, ao tipo ou na porcentagem de volume de partículas inorgânicas presentes e capacidade de polimerização (SOUZA et al.³⁰, 2000).

A forma de se controlar o grau de tensão da contração da resina composta no momento de sua polimerização relaciona-se ao tamanho, a forma e a posição em que os incrementos das resinas compostas são inseridos na cavidade, bem como a técnica de fotopolimerização e tipo de equipamento empregado (MONDELLI et al.²⁴, 1998, STRITIKUS e OWENS³², 2000).

Há uma grande tendência dos cirurgiões-dentistas se adequarem a todo custo as inovações do mercado odontológico. A cada ano uma série de materiais restauradores, quer sejam resinas compostas, cimentos ionoméricos, adesivos dentinários, porcelanas de última geração e equipamentos são oferecidos aos profissionais na tentativa de facilitar a realização dos procedimentos clínicos e aumentar o sucesso e longevidade das suas restaurações. Entre esses equipamentos, existem no mercado odontológico, vários aparelhos de fotopolimerização, desde os convencionais de luz visível, com a intensidade de luz variável de 200 a 1444 mW/cm², aos de polimerização progressiva, os LED's e Laser. Pode-se fotopolimerizar as resinas com baixos níveis de intensidade de luz como são feitos com os LED's azuis, (acrônimo de *Light Emitting Diode*), que provocam uma polimerização lenta

e portanto diminuem a contração de polimerização. Possuem como vantagem também não gerarem calor (KNEZEVIC et al.²⁰ 2001). No entanto esses aparelhos podem não polimerizar o suficiente devido às baixas intensidades e comprometer as propriedades dos materiais. Novos aparelhos de Led's têm sido lançados pela indústria no intuito de melhorar essas deficiências de intensidade, visto que os Led's além de não gerarem calor, ainda apresentam uma durabilidade das lâmpadas muito superior a dos aparelhos convencionais. Outra vantagem é não necessitarem de filtro de comprimentos de onda e por essa razão não há perdas de intensidade no decorrer do uso. A desvantagem desses novos aparelhos é o custo, que chega a ser cinco vezes maior do que um equipamento de fotopolimerização convencional.

Existem também no mercado aparelhos de Led de custo inferior, no entanto eles oferecem uma intensidade de luz baixa, pouco acima de 120mW/cm², o que segundo Araújo e Araújo³, 1996 e Harris et al.¹⁶, 1999 seria insuficiente para se fotopolimerizar completamente a resina composta.

Ao consultarmos a literatura a respeito dos métodos de fotopolimerização, encontramos vários autores que se dedicam ao assunto, pesquisando os vários métodos para fotopolimerização das resinas compostas, e baseiam-se em técnicas que diminuem a tensão de contração de polimerização, empregando fotopolimerização mais lenta (DAVIDSON-KABAN et al.¹¹, 1997; MEHL et al.²³, 1997; BURGESS et al.⁸, 1999; KANCA J. III e SUH¹⁹, 1999; BOUSCHLICHER et al., 2000⁵; BRACKET et al.⁷, 2000; ERNST et al., 2000¹³; SAHAFI et al.²⁸, 2001; CADWEL et al.⁹, 2001; YOSHIKAWA et al.³⁶, 2001; OBICI et al.³⁶, 2002; LIN et al.²¹, 2002; HOFMANN et al.¹⁷, 2002)

A intensidade inicial de luz mais lenta diminuiria a velocidade de conversão de monômeros resinosos em polímeros, aumentando a fase pré-gel da resina que é passível de escoamento. Isso ocorre também porque essa reação química libera energia (reação exotérmica), causando uma microvibração na resina que estando em uma fase visco-elástica é passível de escoar e compensar a contração volumétrica, diminuindo a quantidade de falhas marginais e aumentando a longevidade da restauração.

Outra maneira de se fotopolimerizar as resinas compostas são os aparelhos halógenos progressivos, os quais emitem uma intensidade de luz baixa no primeiro ¼ de tempo e segue a polimerização aumentando a intensidade até que a mesma se estabeleça acima de 500mW/cm² e termine a polimerização.

Existe também a possibilidade de se fotopolimerizar com o laser de argônio, que segundo Aw e Nicholls⁴, 1997 uma polimerização satisfatória ocorre em apenas 10 segundos. Entretanto provocam a mesma quantidade de contração que os aparelhos convencionais e têm como desvantagem o alto custo. (RUEGGERBERG²⁶, 1999).

Além dessas possibilidades, existem também aparelhos que oferecem altos níveis de intensidade de luz, que são os aparelhos de luz de arco de plasma – Plasma arc curing light (PAC), que chegam a emitir uma energia de até 2400 mW/cm² e possibilitam a polimerização de incrementos de até 2 mm em apenas 3 segundos. O aspecto negativo dessas fontes de luz segundo Stritikus e Owens³², 2000 é a alta contração de polimerização, que segundo os autores inviabiliza o uso para polimerização das resinas compostas.

Diante da quantidade de equipamentos existentes e as técnicas de fotopolimerização preconizadas, o cirurgião-dentista muitas vezes depara-se com a dificuldade de selecionar o método mais eficiente para polimerizar a resina composta, diante disso foi proposto avaliar o selamento marginal de restaurações de resina composta variando os métodos de fotopolimerização.

MATERIAL E MÉTODO

Essa pesquisa foi submetida à avaliação do Comitê de Ética da FOSJC/UNESP recebendo o parecer favorável.

Foram selecionados sessenta dentes bovinos, hígidos, extraídos. Esses dentes foram seccionados no terço apical e as polpas dentárias foram removidas com limas endodônticas tipo Flexofile n^o 60 (Maillefer), sendo todos os condutos irrigados com soro fisiológico.

Os dentes foram posicionados em uma matriz de silicose pesada Rodhorsil e resina acrílica ativada quimicamente (Clássico) foi vertida dentro dessa matriz para permitir a fixação futura desses corpos de prova tanto no dispositivo de preparo cavitário, quanto na cortadeira para secção em fatias e subsequente avaliação.

Após esses procedimentos os dentes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos de 12 dentes cada e receberam preparos para restaurações em resina composta do tipo caixa com as seguintes dimensões: 3X3X2mm com brocas esféricas 1020 (KG Sorensen) em alta rotação acoplada a um microscópio óptico

modificado, para padronização de preparos cavitários, idealizado por Walter e Hokama³⁵ em 1976 e modificado por Sá e Gabrieli²⁷ em 1979.

Após a conclusão dos preparos cavitários os dentes receberam profilaxia com pasta Herjos (Vigodent) e escova de Robinson em baixa rotação, para remoção de quaisquer resíduos que poderiam impedir um condicionamento ácido adequado. Após a profilaxia, os dentes foram lavados com jato de ar/água e limpos com solução detergente aniônica (Tergestesin - Probem), para remoção de detritos e gotículas de óleo lubrificante da caneta de alta e de baixa rotação. A seguir os preparos foram lavados com jatos de água e ar por 20 segundos e a secagem foi executada com bolinhas de algodão estéril para evitar-se a desidratação da superfície dental.

O condicionamento ácido do esmalte dentário foi realizado com ácido fosfórico em forma de gel a 37%, apenas no ângulo cavo-superficial por 30 segundos e no restante do preparo por 15 segundos. Foi feita uma nova lavagem com jato de ar / água por 20 segundos e a secagem realizada com papel de filtro.

Antes da inserção do material restaurador os dentes receberam o adesivo Single Bond – 3M ESPE por toda a extensão do preparo cavitário aplicado com o uso de *microbrush* descartável. Após 20 segundos o excesso de adesivo foi removido através de jato de ar por dois segundos e a seguir fotopolimerizado com o aparelho Curing Light XL 3000, por 20 s, com potência média de 600 mW/cm².

Cada grupo de 12 dentes recebeu 2 incrementos de resina composta Z250 – 3M ESPE de 1,0 mm cada. Essa resina foi colocada e compactada através do uso de uma espátula de inserção n^o 1 Duflex (SS.White).

No último incremento correspondente ao ângulo cavo superficial, foi colocada uma tira matriz de poliéster para obtenção de margens lisas com o mínimo de excessos. Eventuais excessos foram removidos por meio de lâminas de bisturi de n^o 15.

Para cada grupo foi usado um método de fotopolimerização como vemos no quadro 1.

Com a finalidade de variar a distância entre o fotopolimerizador e a restauração, para as restaurações dos dentes do grupo 4, foi usado um dispositivo que permitia a fixação do fotopolimerizador. Através de um parafuso macrométrico e de um parafuso micrométrico que permite elevar a ponta do fotopolimerizador à altura que o operador deseja, de maneira a padronizar a mesma distância e intensidade.

A figura 1 mostra o dispositivo sendo usado. Cada incremento foi fotopolimerizado por 10s à distância de 14,0 mm da superfície do preparo e após isso,

Quadro 1 – Métodos de fotopolimerização:

GRUPO	MÉTODO	APARELHO /FABRICANTE	DENSIDADE DE POTÊNCIA
Grupo 1	Fotopolimerização Progressiva	Jet Lite Plus – JMORITA	0-1400 mW/cm ²
Grupo 2	Led de alta intensidade	Bright-Lec – M.M. OPTICS	600 mW/cm ²
Grupo 3	Fotopolimerização convencional	XL3000 – 3M ESPE	500 mW/cm ²
Grupo 4	Fotopolimerização à distância	XL3000 – 3M ESPE	500 mW/cm ²
Grupo 5	Led de baixa intensidade	Led Lec – M.M. OPTICS	128 mW/cm ²

aguardamos 20 s para polimerizarmos por mais 20 s em contato direto com a matriz de poliéster.

Terminadas as restaurações, os corpos de prova receberam acabamento e polimento com sistema Soflex (3M ESPE) e foram armazenados em estufa bacteriológica por 24 horas a 37° C. Após esse período os dentes foram termociclados no equipamento científico – Ética (Miltex Instrument Co Inc.) por quinhentos ciclos. Cada ciclo consistindo de duas fases de expansão térmica: a) temperatura de 5°C ± 2°, por 30 s e b) temperatura de 55°C ± 2°, por 30 s.

Após o processo de ciclagem térmica os 60 dentes foram delimitados a 2mm aquém das restaurações e pintados com esmalte para unhas (Colorama) de diferentes cores para diferenciação dos grupos. Foram aplicadas três camadas para perfeito selamento e para

que não ocorressem infiltrações fora da área adjacente a restauração fato que poderia inviabilizar a mensuração das leituras. Essa pintura excluiu apenas a área demarcada ao redor da restauração.

O corante usado foi uma solução de nitrato de prata a 50%, pelo fato das áreas de infiltração apresentarem-se mais nítidas e bem delimitadas ao usarmos esse corante. Os corpos de prova foram imersos nessa solução por 24 horas em temperatura ambiente. Decorrido esse período de imersão, os corpos de prova foram retirados da solução e lavados em água destilada. Em seguida, foram colocados em solução reveladora de radiografias por 8 horas sob ação de uma lâmpada halógena para promover a fixação dos íons prata em toda área infiltrada. Após essa etapa os dentes foram lavados em água corrente por 20 minutos e colocados em temperatura ambiente para secagem.

A seguir, os dentes foram seccionados no sentido longitudinal, na direção vestibulo-lingual, em cortadeira de alta velocidade - Labcut 1010, (Ind Extel Corp.), com discos diamantados. Foram obtidas três fatias de cada dente com a espessura aproximada de 1.0 mm, fixadas em lâminas de vidro, identificadas de acordo com os grupos pertencentes, e levados para observação em Estereomicroscópio Stemi/2000C – com aumento de 25 vezes. As imagens foram obtidas através de uma máquina fotográfica digital a qual foi conectada a um computador que efetuou a armazenagem das mesmas. Após essa etapa, essas imagens foram submetidas à avaliação da área de penetração do corante através do software Image Tool 3.0, que calcula em milímetros a área infiltrada pelo corante, através da interface dente-restauração.

Para avaliação dos dados obtidos foi empregado o teste da análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

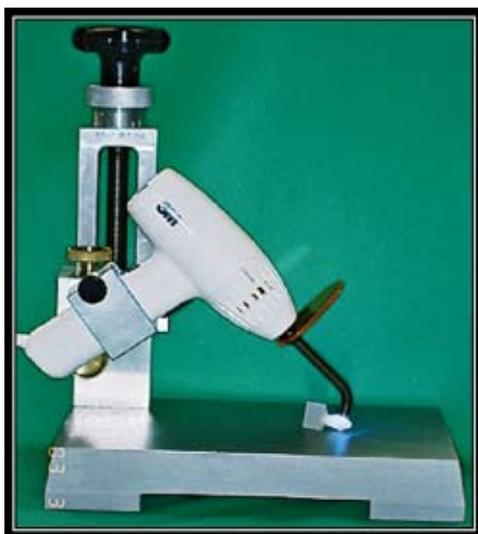


Figura 1 – Dispositivo idealizado pelos autores para regular a distância entre a luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador e o espécime.

RESULTADOS

Os dados obtidos foram submetidos aos testes ANOVA e Tukey, observou-se haver diferença significativa entre os grupos estudados com $p < 5\%$, conforme pode-se observar na Tabela 1.

Ao analisarmos a tabela acima podemos observar que o grupo progressivo – Jet Lite Plus se destaca

dos demais grupos por ter apresentado maior índice de microinfiltração marginal estatisticamente significativa.

O grupo do Led de baixa intensidade apresentou menores índices de microinfiltração marginal, seguido do método de variação de distância, convencional e Led de alta intensidade, embora sem diferença estatisticamente significativa entre eles.

Tabela 1 – Condições experimentais, médias e desvios padrões de cada um dos grupos de estudo em ordem decrescente.

Condição experimental	Média (Desvio padrão)	Conjuntos Homogêneos
Progressivo (Jet Lite Plus)	2,31(±1,06)	A
Led alto (Bright-Lec)	0,88(±0,96)	B
Convencional	0,81(±0,31)	B
Distância	0,67(±0,26)	B
Led Baixo (Led-Lec)	0,33(±0,49)	B

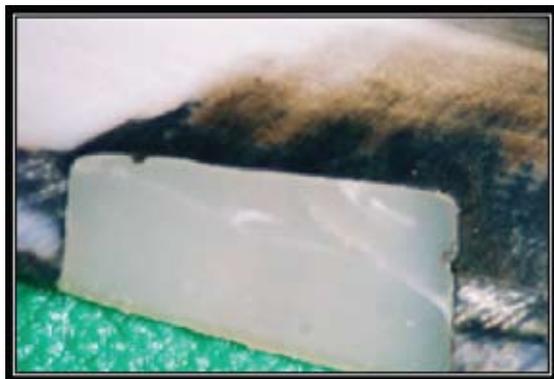


Figura 2 a: Jet-Lite



Figura 2 b: Led Lec



Figura 2 c: Convencional



Figura 2 d: Bright Lec

Figura 2A-D – Exemplos de microinfiltração marginal nos preparos cavitários tipo caixa

DISCUSSÃO

Ao comparar os métodos de fotopolimerização, os mais baixos valores de microinfiltração foram observados com o aparelho de Led de baixa intensidade, (Led-Lec – M.M. Optics), isso provavelmente ocorre devido à polimerização se dar lentamente, o que provavelmente compensa a contração de polimerização (DUNN e BUSH¹², 2002). Deve-se levar ainda em consideração que esses aparelhos dotados de lâmpadas diodo azuis, não necessitam de filtro como nos fotopolimerizadores convencionais, que com o passar do tempo sofrem uma perda em sua potência e conseqüentemente sofrem perda de densidade de potência, alterando então sua capacidade fotopolimerizadora. (JANDT et al.¹⁸, 2003).

Em 2003, Uhl A, et al.³³, afirmaram que os aparelhos de Led para fotopolimerização são uma alternativa aos métodos de fotopolimerização com luz halógena, principalmente por não induzir ao aumento de temperatura da resina composta durante a sua fotopolimerização. Em 2004 esses mesmos autores constataram que não há resultados estatisticamente significantes de polimerização e dureza obtidos com os diferentes tipos de fontes de luz, desde que haja uma cuidadosa indicação das resinas compostas utilizadas, concluindo nesse estudo que novos Leds podem substituir com eficácia as lâmpadas halógenas.

Os resultados obtidos com a fotopolimerização à distância corroboram com os autores (BURGESS et al.⁸, 1999; LOSHE²², 1999; BOUSCHLICHER et al.⁵, 2000; SAHAFI et al.²⁸, 2001; YOSHIKAWA et al.³⁶, 2001; AGUIAR et al.¹, 2002; OBICI et al.²⁵, 2002; HOFMANN et al.¹⁷, 2002), onde a primeira intensidade é mais baixa e promove uma diminuição da velocidade de conversão dos monômeros resinosos. Por ser uma reação exotérmica (SAKAGUCHI et al.²⁹, 1997), a medida em que a reação ocorre, embora o material tenha contração, essa transformação lenta dos compostos resinosos aumenta o período de escoamento ou da fase gel (ERNST et al.¹³, 2000) e minimiza o potencial de formação de fendas marginais por compensar a contração de polimerização através desse escoamento (UNO e ASMUSSEN³⁴, 1991; MEHL et al.²³, 1997; RUGGEBERG et al.²⁶, 1999).

Após esse período de polimerização lenta ocorre uma polimerização final com intensidade maior, que proporciona o aumento do grau de conversão, principalmente em áreas mais profundas (BURGESS et al.⁸, 1999), além de aprimorar todas as propriedades das resinas compostas, como a resistência ao desgaste,

(ST GEORGES et al.³¹, 2002) e a dureza, (BURGESS et al.⁸, 1999).

No grupo do Led de baixa intensidade, os índices de microinfiltração apresentam-se mais baixos, exatamente por ocorrer essa polimerização lenta, porém, resta a dúvida se não seria necessária a complementação da fotopolimerização com intensidade mais alta, como ocorre com fotopolimerização à distância para polimerização final dos compostos. Nesses casos, para se conseguir o mesmo grau de polimerização seria necessário utilizar incrementos de resina menores, devido a incapacidade da luz alcançar áreas mais profundas e ainda aumentar o tempo de exposição para garantir a plena conversão dos monômeros resinosos em polímeros, considerando que segundo Araújo et al.³, 1996, a intensidade necessária para se ativar um composto resinoso seria 180 mW/cm² em um intervalo de tempo maior do que o utilizado nesse estudo, onde a densidade de potência do aparelho Led de baixa intensidade é de 128 mW/cm².

Ao analisarmos os grupos Convencional e Led de alta intensidade, vemos um maior nível de microinfiltração nesses grupos em relação ao Led de baixa intensidade sem significância estatística. Isso ocorre provavelmente por não se utilizar a primeira intensidade mais lenta e assim não se prolongar a fase pré-gel da resina composta, não permitindo que a resina escoe e tenha melhor adaptação.

O grupo do Led de alta intensidade, teve maior índice de microinfiltração que os de baixa intensidade, provavelmente por ser um conjunto de lâmpadas de diodo azuis, o faz com que os comprimentos de onda que a luz Led libera, estejam sempre na mesma faixa de absorção das resinas, em um único comprimento de onda, responsável pela fotopolimerização.

Os resultados observados neste estudo mostram que os menores resultados de microinfiltração marginal ocorreram através dos métodos de fotopolimerização lenta, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, exceto do grupo de fotopolimerização progressivo.

Embora os fotopolimerizadores progressivos existentes no mercado proponham o mesmo efeito da variação da distância, o aparelho testado apresentou os maiores valores de microinfiltração marginal com significância estatística. Isso se deve provavelmente ao fato de que embora ele receba a denominação de “progressivo”, essa mudança de intensidade de luz aconteça de forma muito rápida, não permitindo portanto, a modificação das fases da resina e a adaptação adequada no interior da cavidade, gerando uma fotopolimerização

muito similar à convencional e nesse caso muito mais intensa devido ao fato desse aparelho apresentar uma intensidade máxima de 1400 mW/cm².

CONCLUSÕES

1- Nenhum dos métodos de fotopolimerização foram capazes de inibir a microinfiltração marginal

2- O grupo de fotopolimerização progressiva apresentou os maiores valores de microinfiltração marginal estatisticamente significantes.

3- Os valores de microinfiltração marginal apesar de não apresentarem significância estatística diminuíram na seguinte ordem: grupo 2 – Bright-Lec > grupo 3–convencional > Grupo 4–distância > grupo 5–Led-Lec.

ABSTRACT

This study evaluated the marginal sealing of composite resin restorations in bovine teeth by utilization of the microleakage test, according to light curing. Sixty bovine teeth received box type preparations and were divided into five groups with 12 teeth each. After acid etching and application of the Single Bond (3M ESPE) adhesive, the teeth were restored with the composite resin Z250 (3M ESPE) in 2 increments, with variations in light curing, as follows: Group 1, 600mW/cm²/30s with a XL3000 unit (3M ESPE); Group 2, at 14mm –180mW/cm²/10s, 10-second interval and then 20s in contact with the resin at 500mW/cm²; Group 3, with a progressive unit Jet Lite 4000 Plus (J. Morita) from 100 to 1400 mW/cm², for 30s; Group 4, LED unit (Led-Lec, MM Optics) at a power of 130 mW/cm²; and Group 5, with a LED unit for bleaching ZAP LED – ZAP Lasers, at 600 mW/cm². The specimens were thermocycled for 500 thermocycles (5°C-55°C), submersed in 50% silver nitrate solution for 24 hours, washed for 20 minutes and placed in radiographic developer for 8 hours. The teeth were selected and images were collected by a digital camera connected to a stereomicroscope and then analyzed by the Image Tool 3.0 software. Data were analyzed with the ANOVA and Tukey test (5%), which revealed that Jet Lite presented the highest statistically significant marginal microleakage values, and the other groups did not present significant differences, thus yielding the following decreasing sequence of marginal microleakage values: ZAP LED, conventional, two-step curing at distance and Low LED.

UNITERMS

Light curing; composite resin; microleakage.

REFERÊNCIAS

1. Aguiar FH, Ajudarte KF, Lovadino JR. Effect of light curing modes and filling techniques on microleakage of posterior composite restorations. *Oper Dent.* 2002 Nov./Dec;27(6):557-62
2. Anusavice KJ. Philips materiais dentários. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1998.
3. Araújo RM, Araújo MAM, Mendes AJD. Influência da intensidade de luz de fotopolimerizadores na infiltração marginal. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1996 Set./Out; 50(5):408-13.
4. Aw TC, Nicholls JJ. Polymerization shrinkage of restorative resins using laser an visible light curing. *J Clin Laser Med Surg.* 1997;15(3):137-41.
5. Bouschlicher MR, Rueggeberg FA, Boyer DB. Effect of stepped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. *J Esthet Dent.* 2000;12(1):23-32.
6. Bowen RL. Dental filling material composing vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of a reaction product of bysphenol and glycidil acrylate. Patient n. 3066, 112, 1962 apud Busato ALS. *Dentística: restaurações em dentes anteriores.* [s.l.]: Artes Médicas; 1997.
7. Brackett WW, Haisch LD, Covey DA. Effect of Plasma arc curing on the microleakage of class V resin based composites restorations. *Am J Dent.* 2000; 13(3):121-2.
8. Burgess JO, DeGoes M, Walker R, Ripps AH. An eveluation of four light –curing units comparing soft and hard curing. *Prat Periodontics Aesthet Dent.* 1999 Jan./Feb;11(1):125-32.
9. Cadwell R, Kulkami G, Titley K. Does single versus stepped curing of composite resins affect their shear bond strenght? *J Can Dent Assoc.* 2001 Nov.;67(10):588-92.
10. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* 1996 Jan./ Feb.;21(1):17- 24.

11. Davidson-Kaban SS, Davidson CL, Feilzer AJ, DeGee AJ, Erdilek N. Effect of curing light variations on bulk curing and wall-to-wall quality of two types and various shades of resin composites. *Dent Mater.* 1997;13(6):344-52.
12. Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen- based light curing units. *J Am Dent Assoc.* 2002;133(3):335-41.
13. Ernst CP, Kurschner R, Rippin G, Willershausen B. Stress reduction in resin-based composites cured with a two-step light - curing unit. *Am J Dent.* 2000 Apr.;13(2):69-72.
14. Feilzer A, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.* 1987 Nov.;66(11):1636-9.
15. Garone Netto N. *Dentística restauradora – restaurações diretas.* Editora Santos; 2003.
16. Harris JS, Jacobsen PH, O'doherty DM. The effect of curing light intensity and test temperature on the dynamic mechanical properties of two polymer composites. *J Oral Rehabil.* 1999;26(8):635-9.
17. Hofmann N, Hiltl O, Hugo B, Klaiber B. Guidance of shrinkage vectors vs irradiation at reduced intensity for improving marginal seal of class V resin-based composite restorations in vitro. *Oper Dent.* 2002 Sept. / Oct.;27(5):510-5.
18. Jandt KD, Uhl A, Mills RW. Polymerization and light-induced heat of dental composites cured with LED and halogen technology. *Biomaterials.* 2003; 24(10):1809-20.
19. Kanca III J, Suh BI. Pulse activation: reducing resin based composite contraction stresses at the enamel cavosurface margins. *Am J Dent.* 1999 June;12(3):107-12.
20. Knezevic A, Tarle Z, Meniga A, Sutalo J, Pichler G, Ristic M. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. *J Oral Rehabil.* 2001 June;28(6):658-67.
21. Lim BS, Ferracane JC, Sakaguchi RL, Condon JR. Reduction of polymerization contraction stress for dental composites by two-step light activation. *Dent Mater.* 2002 Sept.;18(6):436-44.
22. Losche GM. Marginal adaptation of class II composite fillings: guided polymerization vs reduced light intensity. *J Adhes Dent.* 1999 Spring;1(1):31-9.
23. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann H. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without softstart-polymerization. *J Dent.* 1997 May/June; 25(3/4):321-30.
24. Mondelli J. *Proteção do complexo dentino pulpar.* São Paulo: Artes Médicas; 1998. p.316.
25. Obici AC, Sinhoretta MA, DeGoes MF, Consani S, Sobrinho LC. Effect of the photo – activation method on polymerization shrinkage of restorative composites. *Oper Dent.* 2002;27(2):192-8.
26. Rueggerberg F. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1999 Nov;(25):S4-15; quiz S73.
27. Sä DN, Gabrieli F. Estudo da infiltração marginal em restaurações de amálgama. Efeito de liga, verniz e brunidura. *Rev Fac Farm Odontol Ribeirão Preto.* 1979 jan/jun.;16(1):53-62.
28. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E. Soft-start polymerization and marginal gap formation in vitro. *Am J Dent.* 2001 June;14(3):145-7.
29. Sakaguchi RL, Douglas WH, Peters MC. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent.* 1992;20(3):183-8.
30. Souza Jr MHS, Carvalho RM, Mondelli RFL. *Odontologia estética: fundamentos e aplicações clínicas.* São Paulo: Editora Santos; 2000.
31. St. Georges AJ, Swift ER Jr, Thompson JY, Heymann HO. Curing light intensity effects on wear resistance of two resin composites. *Oper Dent.* 2002;27(4):410-7.
32. Stritikus J, Owens B. An in vitro study of microleakage of occlusal composite restorations polymerized by a conventional curing light and a PAC curing light. *J Clin Pediatr Dent.* 2000; 24(3):221-7.
33. Uhl A, Siquesch BW, Jandt KD. Second generation LED's for the polymerization of oral biomaterials. *Dent Mat.* 2004;20(1):80-7.
34. Uno e Asmussen. Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand J Dent Res.* 1991;99(5):440-4.
35. Walter LRF, Hokama N. Um novo aparelho de perfuração destinado ao estudo de materiais odontológicos. *Rev Assoc Paul Cir Dent São Paulo.* 1976; 30(2):77- 8.
36. Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. The effects of bonding system and light curing method on reducing stress of different C – factor cavities. *J Adhes Dent.* 2001 Summer; 3(2):177-83.

Recebido em 18/10/06

Aprovado em 10/10/07

Correspondência:

André Luiz Cervantes JORGE

Endereço: Rua Romão Puiggari, 239,

Jardim da Saúde, São Paulo, Brasil.

CEP: 04164-000

E-mail: doc_andre@ig.com.br, doutorandre@hotmail.com