

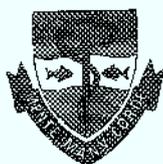


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): **PRISCILA CAMONDY BERTAGLIA**



Ano de Conclusão do Curso: 2003

TCC 049

Priscila Camondy Bertaglia

Orientador: Mário Alexandre Coelho Sinhoreti

**INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE FOTOATIVACÃO SOBRE
A INFILTRAÇÃO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES
CLASSE V COM COMPÓSITO DE ALTO ESCOAMENTO
("FLOWABLE")**

Sumário:

1. Introdução:

1.1 Resumo	3
1.2 Proposição	4

2. Desenvolvimento:

2.1 Exposição	5
2.2 Metodologia	
2.2.1 Materiais.....	8
2.2.2 Método	9
a. Seleção dos dentes	9
b. Preparo cavitário.....	9
c. Restauração das cavidades.....	9
d. Preparo dos dentes para o teste de microinfiltração marginal.....	10
2.3 Resultados.....	11

3. Conclusão

3.1 Discussão.....	12
3.2 Conclusão.....	18

4. Referência Bibliográficas

19

5. Anexos

Tabela 1.....	23
Tabela 2.....	23
Tabela 3.....	23
Tabela 4.....	24

1. Introdução:

1.1 Resumo:

Este estudo verificou o efeito dos métodos de polimerização por luz contínua, luz intermitente, dupla intensidade de luz, luz emitida por arco de plasma de Xenônio e luz emitida por “leds”, sobre o nível de infiltração na interface dentina-compósito de alto escoamento. Para isto, foram utilizados o compósito restaurador de alto escoamento Filtek Flow (3M Dental Products) e o sistema de união Single Bond (3M Dental Products). Foram utilizados 50 dentes bovinos, separados em 5 grupos com 10 dentes, nos quais foram feitos preparos cavitários classe V utilizando ponta diamantada em forma de roda, tendo uma margem em esmalte e outra em cimento-dentina. Após a aplicação do sistema de união, o compósito foi inserido na cavidade e fotoativado com um dos cinco métodos avaliados. Depois da restauração dos dentes, eles foram submetidos à ciclagem térmica e isolados com esmalte colorido para unhas seguida por uma camada de cera rosa nº7. Os dentes foram imersos em solução corante de azul de metileno a 2% tamponado, por 2 horas. Após, foram lavados e o selamento retirado. Em seguida, os dentes foram cortados longitudinalmente e analisados segundo o grau de infiltração em lupa estereoscópica. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. Verificou-se que o grupo com luz pulsátil apresentou menores índices de infiltração em relação aos demais grupos, com exceção do grupo do Led. Pôde-se concluir que o método de fotativação é um meio efetivo no controle da infiltração marginal em restaurações em compósito.

1.2 Proposição:

Em vista da problemática lançada a respeito da contração de polimerização dos compósitos de alto escoamento (“flowable”), este estudo verificou o efeito dos métodos de polimerização por luz contínua, luz intermitente, dupla intensidade de luz, luz emitida por arco de plasma de Xenônio e luz emitida por “leds”, sobre o nível de infiltração na interface dentina-compósito de alto escoamento.

2. Desenvolvimento:

2.1 Exposição do assunto:

O objetivo de muitos estudos em Odontologia, nos últimos 45 anos, tem sido a união dos materiais restauradores às estruturas dentais, principalmente no que diz respeito aos materiais restauradores resinosos.

Em 1955, BUONOCORE foi o primeiro pesquisador a introduzir uma técnica para aumentar a resistência de união da resina acrílica ao esmalte dentário. Neste procedimento, utilizava-se um condicionador à base de ácido fosfórico sobre o esmalte, o qual alterava a morfologia superficial, criando microporosidades (BARKMEIER & ERICKSON, 1994), onde uma resina fluída penetrava e se polimerizava, formando uma união mecânica com o esmalte (SILVERSTONE ET AL.). Dessa forma, foi possível minimizar a microinfiltração de componentes salivares e bactérias através da interface dente-restauração e, com isso, aumentar a longevidade da restauração (PHILLIPS, 1991; RETIEF ET AL., 1992).

Em dentina, a união tem sido um desafio aos pesquisadores e aos clínicos, principalmente devido à heterogeneidade na composição do substrato (BAIER, 1992). Hoje, existe grande variação na quantidade e qualidade dos sistemas de união para dentina, onde alguns sistemas atuam modificando a “smear layer” formada durante os procedimentos de preparo cavitário e outros atiam removem a “smear layer”, através de um condicionamento ácido prévio (BARKMEIER & COOLEY, 1994).

Com respeito aos compósitos odontológicos restauradores, sabe-se que os mesmos vêm popularizando-se no meio odontológico há 40 anos. Durante esse período, os materiais têm sofrido modificações por parte dos fabricantes, proporcionando facilidade de uso pelo profissional e resultados estéticos satisfatórios aos pacientes (BLANKENAU ET AL., 1983; COOK & STADISH, 1983; DE LANGE ET AL., 1980; POLLACK & BLITZER, 1982).

Inicialmente, os compósitos eram ativados por reação química, sendo substituídos no início da década de 70 pelos compósitos por ativação física pela luz visível emitida por aparelhos fotopolimerizadores (ANUSAVICE, 1996; BASSIOUNY & GRANT, 1978; DENYER & SHAW, 1982), quando a polimerização se iniciava através da excitação de substâncias fotossensíveis, como a canforoquinona, que reagem com o agente redutor ou iniciador (ASMUSSEN, 1982; ELIADES ET AL., 1987; GALAN JR. ET AL., 1994; WATTS ET AL., 1984; YEARN, 1985).

Nos últimos anos, a demanda pelos aparelhos de luz visível aumentou consideravelmente no meio odontológico, e a intensidade de luz emitida pelos fotopolimerizadores tem sido considerada um dos fatores mais importantes no desempenho dessas unidades, uma vez que a variação dos valores de intensidade de luz poderia promover alterações significantes na taxa de polimerização dos compósitos, influenciando na deficiência da adaptação marginal, na resistência de união do compósito ao dente e na dureza superficial.

No entanto, uma das características inerente aos compósitos odontológicos que impõe restrições às técnicas restauradoras é a contração de polimerização (PHILLIPS, 1991). A taxa de contração de polimerização é muito elevada e ocasiona tensão na interface dente-restauração que, com o passar do tempo, pode romper-se, criando um espaço que certamente será propício a infiltração de fluidos orais e bactérias (KORAN & KURSCHNER, 1998; SILVERSTONE ET AL., 1975). Essa taxa de contração de polimerização pode variar de um compósito para outro, devido à quantidade de carga inorgânica existente em relação ao conteúdo resinoso orgânico e ao tipo de matriz orgânica. Normalmente, os compósitos de alta viscosidade (alto conteúdo de carga) contraem menos durante a polimerização do que os compósitos de alto escoamento (“flowable”) (baixo conteúdo de carga).

Com relação aos compósitos de alto escoamento, estes têm sido muito empregados ultimamente como base de restaurações em compósitos, pois podem proporcionar ação de “amortecedor” durante a polimerização, devido ao baixo módulo de elasticidade, diminuindo assim, a resultante da tensão na interface. Outra aplicação desse tipo de compósito têm sido em restaurações classe V (lesões cariosas, erosões, abfrações e outras) onde exige-se um material com baixo módulo de elasticidade. No entanto, segundo OBICI ET AL.(2002), os materiais de alto escoamento têm alta contração de polimerização, devido à grande quantidade de matriz orgânica. Como este material tem baixo módulo de elasticidade, a contração excessiva poderia ser compensada pela ação de “amortecimento”, preservando a união com o dente.

Para compensar a contração de polimerização alguns procedimentos são realizados. Segundo KORAN & KURSCHNER (1998), o método de polimerização pode ser um artifício no controle dessa contração, através da pré-polimerização em baixa intensidade de luz, seguida por posterior exposição com alta intensidade de luz. Essa técnica, segundo o autor, promove melhor adaptação marginal da restauração, devido a um relaxamento que ocorre no compósito durante a fase de pré-polimerização e, conseqüentemente, diminuição da microinfiltração na interface da restauração do compósito ao dente.

Recentemente, novos aparelhos fotoativadores foram introduzidos no mercado odontológico, oferecendo algumas vantagens em relação ao método convencional. Alguns desses aparelhos apresentam alta intensidade de luz (entre 1500 mW/cm^2 a 2300 mW/cm^2), emitida por lâmpada de arco de plasma de Xenônio, por um curto intervalo de tempo (3 a 6 segundos) (PEUTZFELDT ET AL., 2000). Outros apresentam baixa intensidade de luz, emitida por “leds”, onde não há produção de calor e a luz tem uma composição espectral bem próxima do espectro de absorção da canforoquinona (KURACHI ET AL., 2001). No entanto, surge a dúvida que a diminuição no tempo de fotoativação dos compósitos, bem como a técnica de fotoativação utilizada, poderia acarretar variações em suas propriedades físico-mecânicas.

2.2 Metodologia:

2.2.1 Materiais:

Foi utilizado neste estudo o compósito restaurador de alto escoamento Filtek Flow (3M Dental Products), juntamente com sistema de união Single Bond (3M Dental Products). A composição destes materiais está descrita nas Tabelas 1 e 2.

2.2.2 Método

a. Seleção dos dentes

Foram selecionados 50 dentes bovinos, recém-extraídos, do grupo dos incisivos. Estes dentes foram submetidos à raspagem com curetas periodontais para remoção de restos teciduais. Após, foi feita profilaxia com pasta de pedra pomes e água, com o auxílio de escova Robinson, em baixa rotação.

Após a limpeza, os dentes foram examinados em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Germany) de modo a detectar possíveis trincas ou alterações estruturais de esmalte, que pudessem interferir no resultado da pesquisa. Feito isso, os dentes selecionados foram armazenados em água destilada sob refrigeração (4°C) até o início do experimento

b. Preparo cavitário

Nas faces vestibulares dos dentes foram confeccionadas cavidades classe V com uma margem (hemicírculo) em esmalte e outra em cimento/dentina. Para isto foi utilizada uma ponta diamantada com formato de roda FG 3053 (KG Sorensen), com ponta ativa de 4 mm de diâmetro por 1,5 mm de altura. A ponta foi montada em uma caneta de alta rotação (Dabi Atlante), adaptada na haste vertical de um microscópio óptico, sob refrigeração à água-ar. Na platina do microscópio foi fixado o dente e após definida a posição da ponta diamantada, a turbina foi acionada e o parafuso micrométrico lentamente movimentado até que a penetração na face vestibular fosse de 2 mm de profundidade. A cavidade preparada teve forma circular com 2 mm de profundidade por 4 mm de diâmetro.

c. Restauração das cavidades

Os 50 dentes com preparos classe V foram separados aleatoriamente em cinco grupos de dez dentes cada, de acordo com o método de fotoativação, ou seja:

GRUPO 1 - Single Bond e compósito de alto escoamento Filtek Flow, fotoativados por 40 segundos utilizando um aparelho XL 25000 (3M Dental Products) com intensidade de luz de 700 mW/cm² (controle);

GRUPO 2 - Single Bond e compósito de alto escoamento Filtek Flow, fotoativados pelo método da dupla intensidade de luz, ou seja, na ponteira do aparelho XL 2500 foi adaptado um espaçador de 15 mm para

que o mesmo emita luz com 150 mW/cm^2 por 10 segundos, seguido por uma complementação de 30 segundos com 700 mW/cm^2 (removendo-se ao espaçador);

GRUPO 3 - Single Bond e compósito de alto escoamento Filtek Flow, fotoativados com um aparelho Degulux (Degussa) adaptado para emitir luz intermitente (700 mW/cm^2) por 60 segundos (2 segundos ligada e 1 segundo desligada);

GRUPO 4 - Single Bond e compósito de alto escoamento Filtek Flow, fotoativados com o aparelho Apolo 95 E (DMD) com intensidade de luz de 1800 mW/cm^2 por 3 segundos (luz emitida por arco de plasma de Xenônio);

GRUPO 5 - Single Bond e compósito de alto escoamento Filtek Flow, fotoativados com o aparelho LEC-470 I (MM Optics Ltda) com intensidade de luz de 80 mW/cm^2 por 40 segundos (luz emitida por "leds").

Todas as recomendações do fabricante foram seguidas nos cinco grupos, quanto à aplicação do sistema de união Single Bond e aplicação do compósito restaurador.

Para o acabamento e polimento das restaurações foram utilizados discos Sof-Lex (3M) de granulação decrescente. Em seguida, as amostras ficaram armazenadas em água destilada a 37°C até o procedimento de ciclagem térmica, onde foram submetidas a 500 ciclos térmicos, com banhos d'água a 5°C e 60°C , por 30 segundos. Intercalando cada imersão (fria ou quente), as amostras permaneceram em água a 37°C , durante 30 segundos. Este procedimento foi utilizado com a finalidade de estabelecer nível de temperatura similar antes de cada imersão, de acordo com CONSANI ET AL. (1983).

d. Preparo dos dentes para o teste de microinfiltração marginal

Todas as amostras foram isoladas com esmalte colorido para unhas seguida por uma camada de cera rosa nº 7, de modo que permitiu que a área restaurada e uma margem de 1mm além da interface dente/restauração ficasse livre para a penetração da solução corante.

Depois de preparados, os dentes foram imersos num recipiente contendo solução corante de azul de metileno a 2% tamponado. O fundo do mesmo foi revestido com cera utilidade nº9, da marca comercial Wilson, para que os mesmos ficassem aderidos por sua face incisal de modo que seus ápices radiculares fossem mantidos, por precaução, fora da solução corante .

Após 2 horas nesta solução, foram lavados em água corrente e todo o selamento foi retirado. Em sequência foram cortados longitudinalmente pelo centro da restauração com um auxílio de uma cortadeira de disco diamantado (SBT –Model 650), em baixa velocidade sob refrigeração líquida.

Feito os cortes, estas amostras foram observadas em lupa estereoscópica (Carl Zeiss) com aumento de 40X e avaliadas segundo o grau de infiltração resultante da penetração do corante apenas na parede gengival do preparo. Para isso foi utilizado a seguinte escala:

- 0 – nenhuma penetração do corante ;
- 1 - penetração na parede gengival, sem atingir a parede axial;
- 2 - penetração incluindo a parede axial.

A metodologia utilizada assim como a quantificação da infiltração marginal foi baseada na norma ISO TR 11405, de 1994.

Os resultados obtidos destes testes foram submetidos a uma análise estatística para dados não paramétricos.

2.3 Resultados:

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p=0,05$) e podem ser vistos na Tabela 3.

Pela análise da tabela 3 ($p=0,05$), pôde-se observar que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 e 4, 2 e 4, 4 e 5. Isto pode ser melhor visualizado na Tabela 4.

Observando-se a tabela 4, pôde-se verificar que o grupo 4 apresentou menores níveis de infiltração em relação aos demais grupos, excessão ao grupo 3, o qual não diferiu de grupo algum.

3. Conclusão:

3.1 Discussão

Os sistemas de união disponíveis no mercado não têm mostrado capacidade de prevenir completamente a formação de fendas marginais e, conseqüentemente, a infiltração marginal nas restaurações de compósito. A razão deste fato é creditada à contração de polimerização dos compósitos restauradores resinosos. Esta contração é uma característica inerente dos compósitos odontológicos capaz de gerar na interface dente-restauração tensão suficiente para causar o rompimento dessa união, sendo a principal causa de falha marginal (FEILZER et al., 1987; CARVALHO et al., 1996).

Neste estudo, foi utilizado o compósito Filtek Flow, que é composto por partículas de carga de zircônia-sílica (47% em volume), BisGMA, TEGDMA e polímeros dimetacrilatos (patenteados), e tem como característica principal alta capacidade de escoamento e o módulo de elasticidade reduzido (cerca de 6 GPa), pela diminuição na quantidade de carga. Tais características deram a esse compósito, propriedades muito satisfatórias para sua aplicação como material restaurador para cavidades classe V e agente forrador de restaurações em geral com compósitos, pois, teoricamente, possui capacidade para atenuar as tensões provenientes da contração de polimerização, preservando com mais eficiência a interface de união. Na realidade, os compósitos de alto escoamento foram lançados no mercado na década de 90, apresentando redução de cerca de 20% na concentração volumétrica de partículas de carga inorgânicas e adição de modificadores reológicos (BAYNE et al., 1998; LABELLA et al., 1999; SABBAGH et al., 2000). Tais modificações conferiram a esses materiais menor módulo de elasticidade e baixa viscosidade (SABBAGH et al., 2000).

O padrão de contração é dependente do volume de material aplicado, local de incidência da luz, presença ou ausência de retenções (ASMUSSEN & PEUTZFELDT, 1999), tipo de ativação do compósito, e velocidade de reação (KINOMOTO et al., 1999). A alta velocidade de reação, comum aos compósitos fotoativados, diminui a capacidade de acomodamento do material às paredes cavitárias devido ao rápido desenvolvimento da rigidez e redução do período viscoelástico (KINOMOTO et al., 1999). Nessa situação, o aumento do módulo de elasticidade do material e a ocorrência da contração de polimerização geram tensões na interface dente-restauração, as quais são responsáveis por falhas imediatas na adaptação marginal de restaurações em compósito (DAVIDSON & FEILZER, 1997).

Assim, o modo de fotoativação do compósito é um fator importante no desenvolvimento de tensões, uma vez que pode influenciar na capacidade de acomodamento das cadeias poliméricas em formação. Neste estudo, o método de fotoativação por luz pulsátil mostrou o menor índice de infiltração marginal, quando comparado aos métodos por lâmpada halógena com luz contínua, dupla intensidade de luz ou por luz emitida por arco de plasma de Xenônio (Tabela 3). O método de fotoativação por luz emitida por LED, mostrou resultados intermediários e não diferiu dos outros três métodos.

Os compósitos fotoativados têm capacidade de escoamento diminuída quando comparado àqueles quimicamente ativados devido à alta velocidade da reação de polimerização, o que causa redução do período viscoelástico e conseqüente redução da capacidade de acomodamento das cadeias poliméricas (KINOMOTO et al., 1999; IRIE et al., 2000). Entretanto, a velocidade de reação dos compósitos fotoativados pode ser reduzida, pela modulação da exposição luminosa, uma vez que, para esses compósitos, a velocidade de reação é função direta da intensidade luminosa. DAVIDSON & FEILZER, em 1997, sugeriram que a modulação da reação de polimerização permitiria redução do grau de conversão nas áreas mais profundas e, com isso, haveria maior possibilidade de movimentação do material entre o centro de contração e as paredes cavitárias. O uso de baixa intensidade de luz permite atraso no curso da reação de polimerização, gerando redução do módulo de elasticidade e diminuindo, dessa forma, o desenvolvimento de tensões na interface, por possibilitar maior acomodamento do compósito, acarretando melhor integridade marginal (FEILZER et al., 1995; UNTERBRINK & MUESSNER, 1995). Entretanto, o uso de baixa intensidade luminosa unicamente pode gerar redução das propriedades mecânicas (UNO & ASMUSSEN, 1991) se tal prática não for acompanhada por um aumento no tempo de exposição (MIYAZAKI et al., 1996). Isso porque a reação de polimerização (grau de conversão) é dependente de energia fornecida.

Com base neste conceito de que a reação de polimerização é dependente da dose de energia aplicada, o método de fotoativação por dupla intensidade foi sugerido por UNO & ASMUSSEN (1991). Tal método, teoricamente possibilita a extensão do período viscoelástico, pois a velocidade inicial de reação é baixa, permitindo acomodamento das cadeias poliméricas em posições favoráveis, reduzindo as tensões de contração (KORAN & KÜRSCHNER, 1998) e garante que a polimerização seja efetiva devido à irradiação final com alta intensidade luminosa. Assim, o método não traz prejuízo para as propriedades mecânicas dos compósitos fotoativados por essa técnica (SAKAGUCHI & BERGE, 1998; YAP et al., 2001). WATTS & HINDI (1999) comprovaram que a cinética de contração é alterada com a utilização de tal técnica, de modo que ocorre retardo no desenvolvimento da contração durante o período inicial da fotoativação. Com base nessas características, diversos autores demonstraram redução das tensões de contração (ERNST et al., 2000) e

melhora na qualidade marginal das restaurações fotoativadas com dupla intensidade de luz (UNO & ASMUSSEN, 1991; MEHL et al., 1997; YOSHIKAWA et al., 2001).

Neste estudo, a polimerização por dupla intensidade foi realizada com exposição inicial do compósito Filtek Flow à potência de 150 mW/cm^2 , durante 10 segundos, seguido por 30s com intensidade de 700 mW/cm^2 , o que garante grau de conversão adequado. Entretanto, os resultados de infiltração marginal não foram melhorados por essa técnica. Tais resultados concordam com os encontrados por HASEGAWA et al. (2001), SAHAFI et al. (2001) e FRIELD et al. (2000) e discordam daqueles encontrados por UNO & ASMUSSEN (1991), MEHL et al. (1997), YOSHIKAWA et al. (2001). Apesar da baixa intensidade de luz inicial, a alta concentração de fotoiniciadores presente no compósito utilizado, talvez não tenha permitido a redução efetiva da velocidade de reação de modo a prolongar o período viscoelástico e, dessa maneira, a infiltração pelas margens não diferiu estatisticamente daquela observada no método de ativação por lâmpada halógena com luz contínua. Talvez, para os compósitos de alta concentração de fotoiniciadores seja necessária a redução da intensidade de luz inicial e do tempo de exposição.

O método pulsátil consiste na exposição do compósito a luz intermitente, realizada em ciclos de 3s (2s acesa e 1s apagada) com intensidade luminosa de 700 mW/cm^2 . Em tal método, foi adaptado um aparelho convencional de fotoativação a um circuito elétrico que modula a corrente elétrica ciclicamente de modo que, a emissão luminosa ocorre durante 2s, com intervalo de 1s a cada ciclo. Entretanto, a cada início de ciclo um período de 0,7s é necessário para que a intensidade máxima seja alcançada e, por isso, o tempo de exposição na intensidade máxima é de 1,3s. Os resultados evidenciaram menor infiltração marginal com a utilização desse método, em razão do provável prolongamento do período viscoelástico, que permitiu ao compósito escoar e reduzir as tensões na interface dente-restauração, preservando-a. Entretanto, deve-se considerar também que a densidade energética emitida por esse método é menor quando comparada àquela emitida pelo método convencional ou por dupla intensidade. Este fato é relevante, uma vez que o grau de conversão é dependente da densidade energética aplicada (HALVORSON et al., 2002). CUNHA et al. (2001) observou redução nos valores de dureza Knoop nas amostras fotoativadas por tal método, fato atribuído à redução no grau de conversão em decorrência da diminuição da energia luminosa aplicada. Redução no grau de conversão gera redução da contração de polimerização, o que pode melhorar a qualidade marginal. Entretanto, as propriedades mecânicas do compósito podem ser afetadas, acarretando em prejuízos futuros para a restauração. Apesar disso, o método de fotoativação por luz pulsátil parece ser uma alternativa promissora na fotoativação de compósitos desde que a dose energética seja ajustada.

É de unanimidade que a adequada polimerização do compósito é fundamental para o bom desempenho clínico das restaurações. Dessa maneira, novas tecnologias para fotoativação de compósitos, em substituição às lâmpadas halógenas, estão disponíveis no mercado e vêm sendo aprimoradas para garantir eficiência na ativação dos compósitos.

As unidades fotoativadoras baseadas em LEDs (light emitting diodes) vêm sendo utilizadas como alternativa às lâmpadas halógenas. Os primeiros LEDs azuis de baixa intensidade eram baseados em silicônio carbide e sua potência era muito baixa (cerca de $7\mu\text{W}$ por lâmpada), o que as tornava inapropriadas para fotoativação de compósitos. Entretanto, em 1995, um LED a base de nitreto de gálio foi desenvolvido, aumentando sua potência para 3mW , o que representou um aumento significativo da intensidade luminosa emitida e propiciou sua aplicação na fotoativação de compósitos. A luz proveniente das lâmpadas LED é emitida por eletroluminescência e a cor dessa luz é determinada pela composição química dos semicondutores que o foram. Como dito anteriormente a característica mais interessante é que a luz emitida pelos LEDs tem espectro bem próximo ao espectro de absorção da canforoquinona, o que torna desnecessária a incorporação de filtros aos aparelhos. O comprimento de onda mais eficiente para excitação da canforoquinona é de 470 nm , sendo que a faixa entre 410 e 500 nm também é efetiva. Com isso pode-se visualizar, na teoria, a eficiência da luz emitida pelos LEDs, pois 95% dela está entre 410 - 500nm , com pico de emissão em 465nm (FUJIBAYASHI et al., 1999; MILLS et al., 1999). Assim, LEDs apresentam baixo consumo de energia (permitindo o uso de baterias recarregáveis) e alta durabilidade (uma lâmpada LED pode durar 10.000 horas). Ainda, uma vez que LEDs utilizam semicondutores para emissão da luz, o aquecimento é prevenido e a degradação pelo calor inexistente. Entretanto, cabe considerar que devido à especificidade do comprimento de onda da luz emitida pelos LEDs, a polimerização só será efetiva em materiais cujo sistema iniciador tiver absorção máxima entre 440 e 480nm , como é o caso da canforoquinona (STHAL et al., 2000; MILLS et al., 2002).

Nesse estudo, a infiltração marginal apresentada pelas restaurações ativadas por LEDs não diferiu estatisticamente daquela apresentada por todos os grupos, comprovando que a polimerização com LEDs é tão eficaz quanto a halógena. Isso porque a luz emitida pelos LEDs é bastante específica para promover a excitação da canforoquinona, e portanto a quantidade de fótons emitidos no comprimento de onda adequado é tão alta quanto a emitida pela lâmpada halógena, apesar da intensidade luminosa do aparelho LED ser menor. Assim, a ativação com LED gera formação de radicais livres mais rápida, aumentando a velocidade de reação e a incidência de tensões de contração.

Outra tecnologia utilizada para fotoativação de compósitos é baseada em arco de plasma de xenônio. A luz é emitida por um plasma incandescente composto por uma mistura gasosa de moléculas ionizadas e elétrons (PEUTZFELDT et al., 2000). Esses aparelhos são caracterizados pela emissão de alta intensidade luminosa com espectro de emissão estreito (ao redor de 470 nm). Em teoria, essa tecnologia para fotoativação permite que o tempo de exposição seja reduzido a poucos segundos devido a alta intensidade luminosa (até 2000nW/cm²). Entretanto, estudos comprovam que a efetividade de polimerização é reduzida com a utilização desses aparelhos, devido à baixa densidade energética aplicada. (PEUTZFELDT et al., 2000; CUNHA et al., 2001). Tal densidade parece ser insuficiente para garantir grau de conversão adequado e boas propriedades mecânicas (PEUTZFELDT et al., 2000; SHARKEY et al.,2001). Alguns autores sugerem o aumento no tempo de exposição, para que a densidade energética alcance níveis adequados para a polimerização dos compósitos. Entretanto, a polimerização extremamente rápida dos compósitos com este método pode ser uma desvantagem no que se refere a adaptação marginal. Nesse estudo, os resultados não mostraram diferença estatística quando esse método, independente da técnica restauradora empregada, foi comparado ao método convencional. Entretanto, como observado por CUNHA et al. (2001), esse método não provê grau de conversão adequado no tempo recomendado pelo fabricante e além disso, devido a velocidade de reação incrivelmente acelerada pela alta intensidade de luz emitida, a tensão imposta pela contração de polimerização na interface é extremamente alta na região superficial do compósito e pode gerar fendas semelhantes às observadas na técnica convencional.

Assim pôde-se verificar que não há meio direto de manipular os materiais restauradores resinosos de modo a garantir a perfeita integridade marginal das restaurações. Dessa forma, apenas o reconhecimento e a compreensão dos mecanismos que causam os problemas, juntamente com as técnicas que podem reduzir os seus efeitos, ajudarão os clínicos a obterem os benefícios máximos da aplicação dos compósitos na prática clínica.

3.2 Conclusão:

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- O método de fotoativação por luz halógena pulsátil promoveu menor índice de infiltração marginal quando comparado com os métodos por luz halógena contínua, dupla intensidade de luz halógena e luz emitida por arco de plasma de Xenônio;

- O método de fotoativação por luz emitida por “Leds” promoveu índices intermediários de infiltração marginal e não diferiu dos demais métodos.

4. Referências Bibliográficas *

- ANUSAVICE, K.J. Restorative resins. In: Phillips' Science of Dental Materials. 10. Ed. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1996. cap.12, p.273-300.
- ASMUSSEN, E. Restorative resins: hardness and strenght vs. Quantity of remaining double bonds. Scand. J. dent. Res., Copenhagen, v.90, n.6, p.484-489, Dec. 1982.
- ASMUSSEN, E. Composite restorative resins. Composition versus wall-to-wall polymerization contraction. Acta Odontol Scand, Oslo, v.33, n.6, p.337-344, 1975.
- ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Direction of shrinkage of light-curing resin composites. Acta Odontol Scand, Oslo, v.57, n.6, p.310-315, Dec. 1999.
- BAIER, R.E. Principles of adhesion. Operative Dent., Seattle, suppl.5, p.01-09, July, 1992.
- BARKMEIER, W.W., COOLEY, R.L. Laboratory evaluation of adhesive systems. Operative Dent., Seattle, suppl. 5, p. 50 - 61, July, 1992.
- BARKMEIER, W.W., ERICKSON, R.L. Shear bond strength of a composite to enamel and dentin using Scotchbond Multi-Purpose. Am. J. Dent., San Antonio, v.7, n.3, June, 1994.
- BASSIOUNY, M.A., GRANT, A.A. A visibile light - cured composite restorative: clinical open assessment. Br dent. J., London, v.145, n.11, p.327-330, Dec. 1978.
- BAYNE, S.C. et al. A characterization of first-generation flowable composites. J Am Dent Assoc, Chicago, v.129, n.5, p.567-577, May 1998.
- BLANKENAU, R.J. et al. Wavelength and intensity of seven systems for visible light curing composites resins: a comparison study. J. Am. Dent. Ass., Chicago, v.106, n.4, p.471-474, Apr. 1983.
- BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res, Washington, v.34, n.6, p.849-853, Dec. 1955.
- CARVALHO, R.M. et al. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. Oper Dent, Seattle, v.21, n.1, p.17-24, Jan./Feb. 1996.
- CONSANI, S., RUHNKE, L.A., GOES, M.F. Influência do condicionamento ácido no selamento marginal das restaurações de resina composta recobertas com glase. Revta Ass. paul. Cirurg. Dent., São Paulo, v.37, n.5, p.430-435, set./out., 1983.
- COOK, W.D., STANDISH, P.M. Cure of resin based restorative materials. II. White light photopolymerized resins. Aust. dent. J., Sydney, v.28, n.5, p.307-311, Oct. 1983.

* Baseada na NBR-6023 de ago. de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos títulos dos periódicos em conformidade com o MEDLINE.

- CUNHA, L.G. et al. Efeito dos métodos de fotoativação sobre a dureza Knoop de compósitos odontológicos. PGR-Pós Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos, São José dos Campos, v.4, n.3, p.36-42, set./dez. 2001.
- DAVIDSON, C.L.; FEILZER, A.J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent, Bristol*, v.25, n.6, p.435-440, Nov. 1997.
- DE LANGE, C., BAUSCH, J.R., DAVIDSON, C.L. The curing pattern of photo-initiated dental composites. *J. oral Rehabil.*, Oxford, v.7, n.5, p.369-377, Sept. 1980.
- DENYER, R., SHAW, D.J. Cure evaluation of visible light composites by Knoop hardness measurement. *J. dent. Res.*, Chicago, v.61, n.1, p.271, Jan. 1982. [Abstr. 833].
- ELIADES, G.C. et al. Degree of double bond conversion in light cured composites. *Dent. Mater.*, Washington, v.3, p.19-25, Jun. 1987.
- ERNST, C.P. et al. Stress reduction in resin-based composites cured with a two-step light-curing unit. *Am J Dent, San Antonio*, v.13, n.2, p.69-72, Apr. 2000.
- FEILZER, A.J. et al. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*, Washington, v.66, n.11, p.1636-1639, Nov. 1987.
- FEILZER, A.J. et al. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur J Oral Sci*, Copenhagen, v.103, n.5, p.322-326, Oct. 1995.
- FRIEDL, K.H. et al. Marginal adaptation of class V restorations with and without "softstart-polymerization". *Oper Dent*, Seattle, v.25, n.1, p.26-32, Jan./Feb. 2000.
- FUJIBAYASHI, K. et al. Newly developed curing unit using blue light-emitting diodes. *Dent Jpn (Tokyo)*, Tokyo, v.34, p.46-53, Mar. 1998.
- GALAN JUNIOR, J., LANGHI, M., CASTELLANOS, V. Profundidade de polimerização de resinas compostas ativadas por luz. *Revta paul. Odont.*, São Paulo, v.6, n.6, p.27-29, Nov./Dez. 1984.
- HALVORSON, R.H. et al. Energy dependent polymerization of resin based composite. *Dent Mat*, Washington, v.18, n.6, p.463-469, Sept. 2002.
- HASEGAWA, T. et al. Depth of cure and marginal adaptation to dentin of xenon lamp polymerized resin composites. *Oper Dent*, Seattle, v.26, n.6, p.585-590, Nov./Dec. 2001.
- IRIE, M. et al. Marginal gap formation of light-activated restorative materials: effects of immediate setting shrinkage and bond strength. *Dent Mat*, Washington, v.18, n.1, p.203-210, May 2002.
- INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/TC106/SC 1 N236, Resolution 6 1. - CD TR 11405, 1994.

- KINOMOTO, Y. et al. Comparison of polymerization contraction stresses between self- and light-curing composites. *J Dent, Bristol*, v.27, n.5, p.383-389, July 1999.
- KORAN, P.; KÜRSCHNER, R. Effect of sequential versus continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion, and degree of polymerization. *Am J Dent, San Antonio*, v.11, n.1, p.17-22, Feb. 1998.
- KURACHI, C.; TUBOY, A. M.; MAGALHÃES, D. V. et al. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater.*, v.17, n.4, p.309-315, July 2001.
- LABELLA, R. et al. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mat, Washington*, v.15, n.2, p.128-137, Mar. 1999.
- MEHL, A. et al. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. *J Dent, Bristol*, v.25, n.3/4, p.321-330, May/July 1997.
- MILLS, R.W. et al. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J, London*, v.186, n.8, p.388-391, Apr. 1999.
- MILLS, R.W. et al. High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. *Biomaterials, Oxford*, v.23, n.14, p.2955-2963, July 2002.
- MIYAZAKI, M. et al. Effect of light exposure on fracture toughness and flexural strength of light-cured composites. *Dent Mat, Washington*, v.12, n.6, p.328-332, Nov. 1996.
- OBICI, A.C. et al. Effect of photo-activation method on polymerization shrinkage of restorative composites. *Oper Dent, Seattle*, v.27, n.2, p.192-197, Mar 2002.
- PEUTZFELDT, A. et al. Characterization of resin composites polymerized with plasma arc curing units. *Dent Mat, Washington*, v.16, n.5, p.330-336, Sept. 2000.
- PHILLIPS, R.W. *Skinner's science of dental materials*. 9 ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1991. p.215-248.
- POLLACK, B.F., BLITZER, M.H. The advantages of visible light curing resins. *N. Y. St. dent. J., New York*, v.48, n.4, p.228-230, Apr. 1982.
- RETIEF, D.H., WOODS, E., JAMISON, H.C. Effect of cavosurface treatment on marginal leakage in class V composite resin restorations. *J. prosth. Dent., St. Louis*, v.47, n.5, p.496-505, May, 1982.
- SABBAGH, J. et al. Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. *Dent Mat, Washington*, v.18, n.1, p.64-71, Jan. 2002.

- SAHAFLI, A. et al. Soft-start polymerization and marginal gap formation in vitro. *Am J Dent*, San Antonio, v.14, n.3, p.145-147, June 2001.
- SAKAGUCHI, R.L.; BERGE, H.X. Reduced light energy density decreases post-gel contraction while maintaining degree of conversion in composites. *J Dent*, Bristol, v.26, n.8, p.695-700, Nov. 1998.
- SHARKEY, S. et al. Surface hardness of light-activated resin composites cured by two different visible-light sources: an in vitro study. *Quintessence Int*, Berlin, v.23, n.5, p.401-405, May 2001.
- SILVERSTONE, L.M. et al. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.*, Basel, v.9, n.5, p.373-387, 1975.
- STAHL, F. et al. Light-emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerization potential. *Biomaterials*, Oxford, v.21, n.13, p.1379-1385, July 2000.
- UNO, S.; ASMUSSEN, E. Marginal adaptation of restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand J Dent Res*, Copenhagen, v.99, n.5, p.440-444, Oct. 1991.
- UNTERBRINK, G.L.; MUESSNER, R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent*, Oxford, v.23, n.3, p.183-189, June 1995.
- WATTS, D.C.; al HINDI, A. Intrinsic 'soft-start' polymerization shrinkage-kinetics in an acrylate-based resin-composite. *Dent Mat*, Washington, v.15, n.1, p.39-45, Jan. 1999.
- WATTS, D.C., AMER, O.M., COMBE, E.C. Characteristics of visible light activated composite systems. *Br. dent. J.*, London, v.156, n.6, p.209-215, Mar. 1984.
- YAP, A.U.J. et al. Soft-start polymerization: Influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper Dent*, Seattle, v.26, n.3, p.260-266, May/June 2001.
- YEARN, J.A. Factors affecting cure of visible light activated composites. *Int. dent. J.*, Bristol, v.35, n.3, p.218-225, Sept. 1985.
- YOSHIKAWA, T. et al. A light curing method for improving marginal sealing and cavity wall adaptation of resin composite restorations. *Dent Mat*, Washington, v.17, n.4, p.359-366, July 2001.

5. Anexos:

Tabela 1. Descrição do compósito utilizado no estudo.

Compósito	Composição	Fabricante
Filtek Flow	Bis-GMA TEGDMA Polímero dimetacrilato (patenteado) Partículas de Zircônia- Sílica (47% vol.)	3M Dental Products St. Paul., MN.

Tabela 2. Descrição do sistema de união utilizado no estudo.

Sistema de união	Composição	Condicionador	Fabricante
Single Bond	água, álcool, HEMA, Bis-GMA, dimetacrilatos, sistema fotoiniciador e copolímeros, ácidos poli-acrílico e poli- itacônico	ác. fosfórico a 35%	3M Dental Products, St. Paul, MN

Tabela 4 – Comparação entre os grupos.

Grupos	Posto médio	Kruskal-Wallis
1- Luz contínua (controle)	28,30	a
2- Dupla Intensidade de luz	28,30	a
3- LED	23,60	ab
4- Luz Pulsátil	14,30	b
5- Arco de Plasma de Xenônio	33,00	a

Tabela 3 – Quadro da análise de variância (Kruskal-Wallis)

H =	14,6996
Graus de liberdade =	4
(p) Kruskal-Wallis =	0,0054
R 1 =	283,0000
R 2 =	283,0000
R 3 =	236,0000
R 4 =	143,0000
R 5 =	330,0000
R 1 (posto médio) =	28,3000
R 2 (posto médio) =	28,3000
R 3 (posto médio) =	23,6000
R 4 (posto médio) =	14,3000
R 5 (posto médio) =	33,0000
p (1 e 2) =	1,0000
p (1 e 3) =	0,4709
p (1 e 4) =	0,0318
p (1 e 5) =	0,4709
p (2 e 3) =	0,4709
p (2 e 4) =	0,0318
p (2 e 5) =	0,4709
p (3 e 4) =	0,1537
p (3 e 5) =	0,1493
p (4 e 5) =	0,0041

Legenda:

1. Luz contínua (controle)
2. Dupla Intensidade de luz
3. LED
4. Luz Pulsátil
5. Arco de Plasma de Xenônio