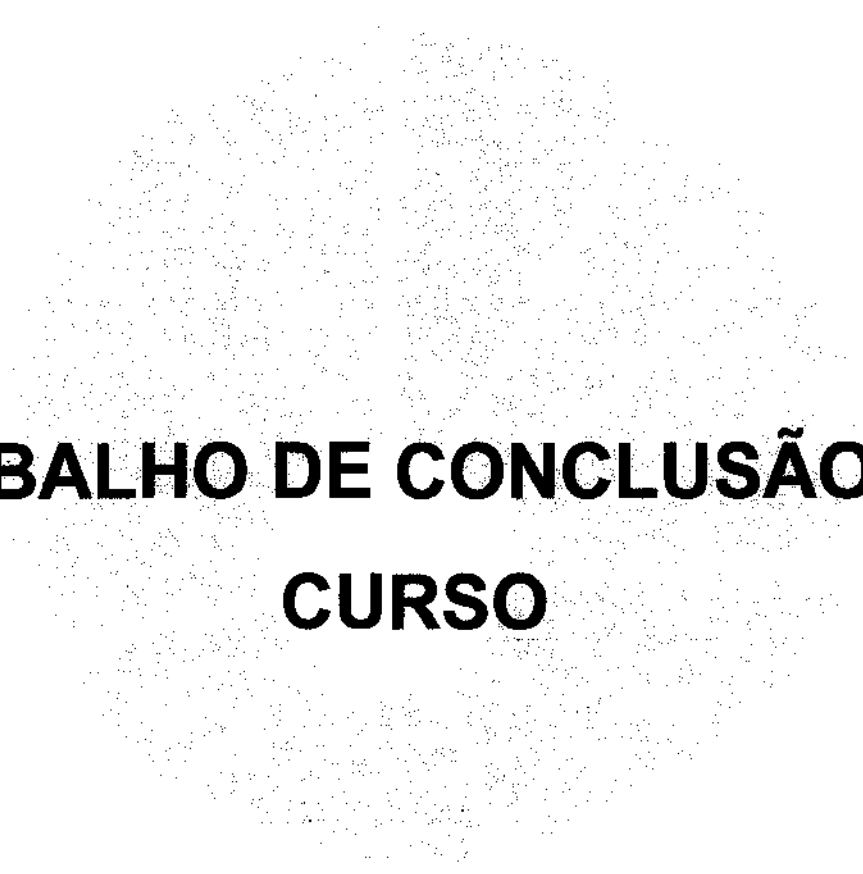


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

2002

Veridiana Silvia Fávero Cometti R.A. 995080

TCC 102

Efeito do tipo de inserção e do método de
fotoativação sobre a contração de cura de
compósitos odontológicos

Orientada: Veridiana Silvia Fávero Cometti

Orientador: Mário Alexandre Coelho Sinhoreti

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA**

INTRODUÇÃO

Os compósitos restauradores vêm popularizando-se no meio odontológico há mais de 30 anos. Durante esse período, os referidos materiais têm sofrido modificações por parte dos fabricantes, proporcionando inegável melhora na facilidade de uso pelo profissional e nos resultados estéticos bastante satisfatórios às restaurações (Blankenau et al., 1983; Cook & Stadish, 1983; De Lange et al., 1980; Pollack & Blitzer, 1982).

Quando foram introduzidos no meio odontológico, os compósitos eram ativados por reação química, sendo posteriormente substituídos no início da década de 70, pelos compósitos ativados fisicamente pela luz visível, emitida por aparelhos chamados fotoativadores (Anusavice, 1996; Bassiouny & Grant, 1978; Denyer & Shaw, 1982). Assim, esses compósitos se polimerizavam através da excitação de substâncias fotossensíveis, que reagiam com o agente redutor ou iniciador (Asmussen, 1982; Eliades et al., 1987; Galan Jr. et al., 1984; Watts et al., 1984; Yearn, 1985).

Nos últimos anos, a demanda pelos aparelhos de luz visível com maior potência aumentou consideravelmente, e a intensidade de luz emitida pelos fotoativadores tem sido considerada o fator mais importante no desempenho desses aparelhos, uma vez que a variação dos valores de intensidade de luz poderia promover alterações significativas na taxa de polimerização dos compósitos, influenciando na adaptação marginal, na resistência da união do compósito ao dente e na dureza superficial da restauração (Galan Jr. et al., 1984).

No entanto, uma das características inerente aos compósitos odontológicos, que impõe restrições às técnicas restauradoras, é a contração de polimerização (Koran & Kürschner, 1998). A taxa de contração de polimerização é

muito alta, promovendo tensão na região da interface dente-restauração, que com o passar do tempo pode romper-se, criando uma fenda que certamente será propícia à invasão de fluidos orais e bactérias^{11, 14}.

Ainda considerando a contração de polimerização, alguns autores têm demonstrado que os compósitos desenvolvem força de contração de até 300 Kg/cm², embora, o efeito que estas forças produzem ainda é bastante discutido.³

A desadaptação da interface dente-restauração é considerada a principal falha do sistema, quando não se utiliza a técnica do condicionamento ácido-resina fluída nas restaurações estéticas. Por outro lado, quando a união ao esmalte e dentina é obtida satisfatoriamente, essas forças podem promover microrrachaduras na superfície da resina, bem como fraturas nas margens da estrutura dental. A técnica de inserção do compósito na cavidade é muito importante e através dela pode-se minimizar o efeito da contração de polimerização. A colocação do compósito em camadas horizontais ou inclinadas é o artifício de técnica mais utilizado para diminuir os efeitos da contração de polimerização. Recentemente, surgiram compósitos com alto conteúdo de carga, conhecidos popularmente como “condensáveis”, os quais são indicados para colocação em camadas de até 5 mm de espessura, indo de encontro a esse artifício de técnica.³

Segundo Koran & Kürschner, o método de polimerização pode também se transformar num artifício de técnica no controle da contração. Através da pré-polimerização efetuada em baixa intensidade de luz, seguida por posterior exposição com alta intensidade de luz, obtêm-se resultados satisfatórios. Ainda segundo o autor, esta seqüência promoverá melhor adaptação marginal da restauração, devido ao relaxamento que ocorre no compósito na fase de pré-polimerização, que permitiria assim, melhor adaptação deste compósito à cavidade.

PROPOSIÇÃO

Em vista das controvérsias em relação à contração de polimerização, este estudo pretende verificar o efeito do tipo de inserção (em bloco único ou em camadas) e dos métodos de fotoativação por luz contínua, dupla intensidade de luz e luz intermitente, sobre a formação de fendas na interface matriz-compósito restaurador, em cavidades classe tipo I.

MATERIAIS E MÉTODO

Materiais

Foi utilizado neste estudo o compósito restaurador Alert (compósito de alto conteúdo de carga). A composição deste material está descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição do compósito utilizado no estudo.

Compósito	Composição	Fabricante
Alert	Policarbonato DMA DMA Difenol-A Etoxilato DAEM Vidro de borosilicato de bário Sílica Dióxido de silício Óxido de magnésio Óxido de alumínio Óxido de ferro	Jeneric-Pentron USA

Método

Preparo das cavidades

Foram utilizados 48 blocos metálicos quadrados medindo 10mm x 10mm x 10mm, contendo 48 cavidades circulares classe I (4mm de diâmetro X 5 mm de profundidade), conforme ilustrado na Figura 1. Após a usinagem, as cavidades foram polidas com pedras para polimento de metal, com o propósito de manter a superfície lisa, sem ranhuras, o que permitiu que o compósito utilizado se adaptasse na cavidade sem a influência de união mecânica, de modo que o fenômeno da contração de polimerização se manifestasse somente por sua força, sem restrições impostas pela imbricação mecânica.

Restaurações das cavidades preparadas

Nesta etapa, as 48 cavidades classe I foram divididas em dois grupos de 24 amostras cada, de acordo com o tipo de inserção do compósito na cavidade. O bloco metálico contendo a cavidade foi posicionado numa bancada para a inserção do compósito Alert (Jeneric – Pentron), efetuada em bloco único ou em duas camadas de 2,5mm de espessura. A adaptação às paredes da cavidade foi obtida com movimentos de compactação do material.

As 24 amostras de cada grupo foram divididas em três subgrupos de 8 amostras, de acordo com o método de polimerização a ser empregado, ou seja, o compósito foi polimerizado por luz contínua (40 segundos) utilizando um aparelho XL

3000 (3M Dental Products) com intensidade de luz de 520 mW/cm^2 ; o compósito foi polimerizado pelo método da dupla intensidade de luz, onde na ponteira do aparelho XL 3000 foi adaptado um espaçador de 12 mm de comprimento, para que a emissão de luz fosse de 150 mW/cm^2 por 10 segundos, seguido da complementação, sem o espaçador, por 30 segundos (520 mW/cm^2); e, o compósito foi polimerizado com um aparelho Optilux 400 (Demetron), especialmente adaptado para emitir luz pulsátil de 520 mW/cm^2 por 60 segundos (2 segundos ligada e 1 segundo desligada).

Após as restaurações, as superfícies oclusais foram desgastadas e polidas para a remoção de qualquer excesso de material restaurador no ângulo cavo-superficial.

Mensuração da fenda na interface material restaurador - parede cavitária

Transcorridas 24 horas de armazenamento em temperatura ambiente, os corpos-de-prova foram analisados em microscópio eletrônico de varredura de pressão variável (LEO, Germany), com um aumento de 500 X. Para isso, foram fixados com fita adesiva carbonada em suportes metálicos e levados à câmara despressurizadora do microscópio. Para mensuração da fenda na interface matriz-compósito restaurador foi utilizado uma ferramenta do “software” do microscópio eletrônico. Ela consiste numa régua com precisão de $0,01\mu\text{m}$ que foi posicionada com o auxílio de um “mouse” na região da interface.

Nas cavidades tipo classe I, as medidas foram tomadas em quatro pontos da face oclusal da restauração, correspondentes às posições 3, 6, 9 e 12 horas, usando como referência a interface formada entre a parede interna da cavidade e o material restaurador (Figura 1). Em cada uma das posições foram tomadas três medidas,

obtendo-se, a seguir, a média aritmética para cada posição e a média final para cada corpo-de-prova.

CAVIDADE CLASSE I:

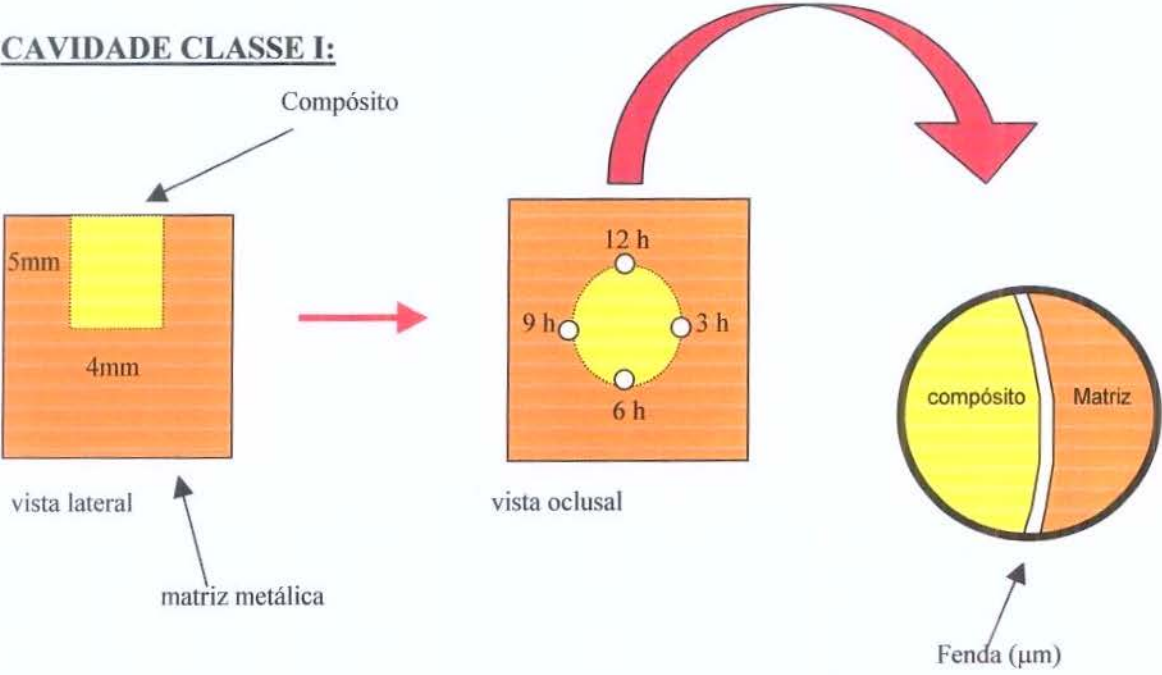


Figura 1 – Desenho esquemático da cavidade classe I utilizada no estudo, bem como os locais a serem mensurados da fenda na interface matriz-compósito.

RESULTADOS

Os resultados obtidos no ensaio de mensuração das fenda formada na interface matriz-compósito restaurador foram submetidos à análise da variância com esquema fatorial, cujos fatores foram: Método, que analisou o método de fotoativação; e Tratamento, que avaliou o número de incremento utilizado. Os valores médios foram submetidos ao teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade e estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, e ilustrados nas Figuras 2 e 3.

A Tabela 2 e a Figura 2 mostram os valores médios (μm) da fenda formada na interface matriz metálica – compósito restaurador após fotoativação com cada método, aplicando-se o compósito Alert em 1 ou 2 incrementos. Pode-se verificar que quando se aplicou tanto 1 como 2 incrementos, o método de fotoativação por luz contínua mostrou os maiores valores de fenda, diferindo estatisticamente ($p<0,05$) dos métodos por luz pulsátil e dupla intensidade de luz, os quais não diferiram entre si ($p>0,05$).

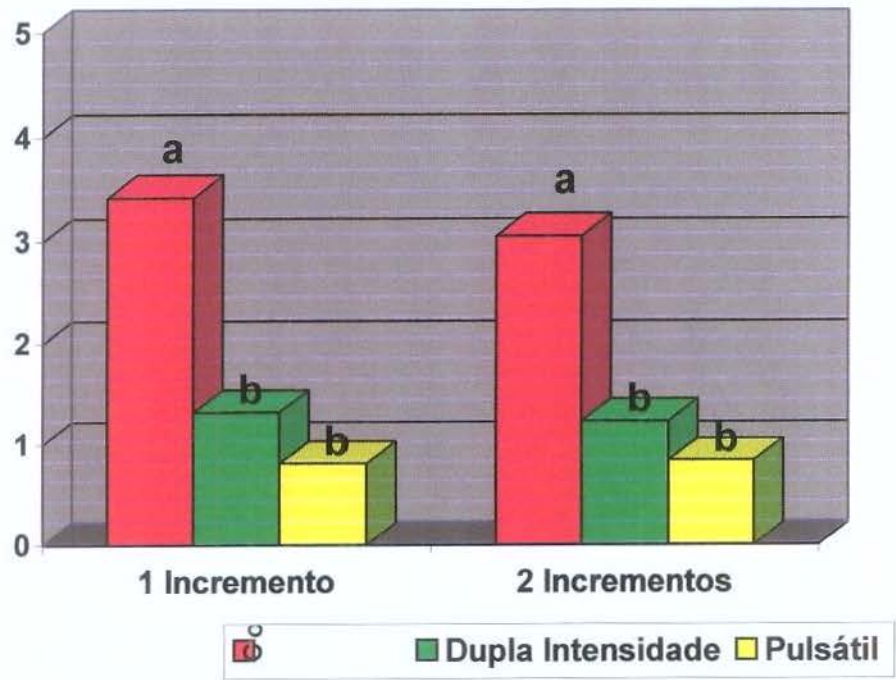
A Tabela 3 e Figura 3 mostram os valores médios (μm) da fenda formada na interface matriz metálica – compósito restaurador quando se aplicou o compósito Alert em 1 ou 2 incrementos, após fotoativação com cada método. Pode-se verificar que, para os três métodos de fotoativação, não houve diferença estatística ($p<0,05$) quando se aplicou o compósito Alert em 1 ou 2 incrementos.

Tabela 2 – Valores médios da fenda formada na interface matriz metálica – compósito restaurador para cada quantidade de incremento (μm).

Método	1 Incremento	2 Incrementos
Luz contínua	3,42 a (0,46)	3,05 a (0,59)
Dupla intensidade	1,32 b (0,69)	1,23 b (0,50)
Luz pulsátil	0,81 b (0,38)	0,84 b (0,25)

() - Desvio Padrão

Médias seguidas por letras distintas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.



Grupo de barras de cores diferentes seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%

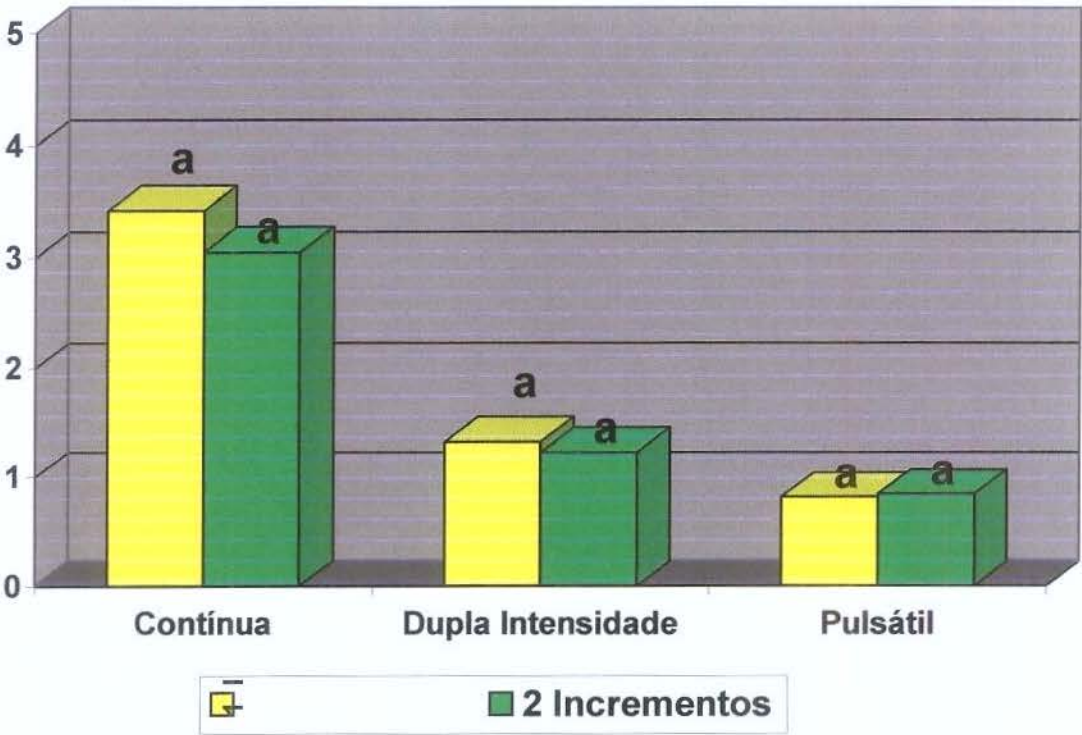
Figura 2 – Ilustração gráfica dos valores médios da fenda formada na interface matriz metálica – compósito restaurador para cada quantidade de incremento (μm).

Tabela 3 – Valores médios da fenda formada na interface matriz metálica – compósito restaurador para cada método de fotoativação (μm).

Nº de Incremento	Luz contínua	Dupla intensidade	Luz pulsátil
1 Incremento	3,42 a (0,46)	1,32 a (0,69)	0,81 a (0,38)
2 Incremento	3,05 a (0,59)	1,23 a (0,50)	0,84 a (0,25)

() - Desvio Padrão

Médias seguidas por letras distintas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.



Grupo de barras de cores diferentes seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Figura 3 – Ilustração gráfica dos valores médios da fenda formada na interface matriz metálica – compósito restaurador para cada método de fotoativação (μm).

DISCUSSÃO

Os compósitos odontológicos são compostos por uma matriz orgânica, que apresenta um sistema de monômeros com diferentes pesos moleculares, além de um sistema iniciador; por partículas de carga; e, pelo agente de união bifuncional que une quimicamente as partículas de carga aos monômeros da matriz orgânica (Peutzfeldt, 1.997; Anusavice, 1.998). Assim, as propriedades bem como o desempenho clínico dos compósitos depende destes três componentes e suas inter-relações (Peutzfeldt, 1.997).

No que se refere ao sistema de monômeros utilizados na matriz orgânica, o monômero mais comumente empregado é o BisGMA, que foi sintetizado por BOWEN, em 1956 (Bowen, 1.962). Embora o BisGMA seja uma molécula bastante reativa, seu alto peso molecular lhe confere alta viscosidade e limitada mobilidade (Peutzfeldt, 1.997; Asmussen & Peutzfeldt, 1.998; Lovell *et al.*, 1.999). Assim, a diluição do BisGMA se torna necessária tanto para a obtenção de maiores valores de conversão (Lovell *et al.*, 1.999), quanto para que uma viscosidade favorável à incorporação de carga seja conseguida (Bowen, 1.963). Deste modo, monômeros dimetacrilato de menor peso molecular, com menor viscosidade e maior mobilidade são incorporados ao BisGMA, sendo que o mais freqüentemente usado é o TEGDMA. Entretanto, a diluição do BisGMA com monômeros de menor peso molecular, causa maior contração durante a polimerização do sistema (Asmussen, 1.975, Peutzfeldt, 1.997).

A incorporação de carga à matriz resinosa promove melhora nas propriedades físicas e mecânicas, pois reduz a quantidade proporcional de monômeros resinosos em um determinado volume de compósito e, desta forma, contribui para a diminuição da contração de polimerização (Bowen, 1.963; Munksgaard *et al.*, 1.987; Rees & Jacobsen, 1.989).

WALLS *et al.* (1988) relacionaram quatro fatores que influenciam na contração de polimerização dos compósitos: a) tamanho da molécula dos monômeros; b) quantidade de carga; c) grau de conversão de monômero em polímero, e; d) natureza da resina e seu mecanismo de polimerização. De acordo com ANUSAVICE (1998), os compósitos fotopolimerizáveis sofrem, ainda, a influência da fonte de luz no que diz respeito à direção de contração e à intensidade de luz alcançada pelos aparelhos fotopolimerizadores. Deste modo, tem sido extensamente afirmado que estes compósitos contraem em direção à luz. Entretanto, ASMUSSEN (1998) e ASMUSSEN & PEUTZFELDT (1998) mostraram que a direção da contração depende não apenas da direção da fonte de luz, mas também da união do compósito e da espessura de material que é polimerizado.

VERSLUIS *et al.* (1998) afirmaram que a determinação experimental direta dos vetores de contração é muito difícil. Assim, seu entendimento tem sido baseado somente na interpretação de observações indiretas, em particular, na formação de fendas marginais. Tendo em vista esta problemática, esses autores analisaram os vetores de contração através da análise de elemento finito, para verificar se a afirmação de que os compósitos contraem universalmente em direção à luz é verdadeira. Eles encontraram diferenças no padrão dos vetores de contração para os compósitos que contraíram livremente, daqueles que apresentaram contração sob condições restritas. Observaram que no caso da contração livre, a direção dos vetores se deu para a primeira camada de material polimerizado. O mesmo padrão foi observado por HANSEN (1982) após a interpretação dos valores de contração parede a parede em cavidades preparadas em dentes humanos. Segundo ele, a polimerização de compósitos ativados por luz visível inicia-se na camada superficial livre da restauração, assim quando esta camada

superficial polimeriza, a contração ocorrerá das camadas subjacentes em direção à primeira camada polimerizada.

Todavia, se a polimerização for rápida, ou seja, sob alta intensidade de luz inicial, gera-se elevada tensão na interface unida, o que pode resultar em falha da união, com formação de fenda marginal (Bowen, 1.963; Jörgensen *et al.*, 1.985; Tani, 1.989; Uno & Shimokobe, 1.994). Diversas maneiras de reduzir a formação de fenda nas margens de restaurações confeccionadas com compósitos e, portanto, melhorar a integridade marginal destas, tem sido propostas. Dentre elas destacam-se o emprego de materiais de base resilientes, os quais são capazes de absorver tensões (Ikemi & Nemoto, 1.994; Tolidis *et al.*, 1.998); utilização de sistemas de união que apresentem resistência suficiente para contrapor-se às tensões geradas durante a polimerização (Asmussen, 1.975; Versluis *et al.*, 1.998; Unterbrink & Liebenberg, 1.999); técnicas de inserção incremental do compósito restaurador (Lutz *et al.*, 1.986; Tjan *et al.*, 1.992), e; controle da plasticidade ou escoamento durante o processo de polimerização (Uno & Shimokobe, 1.994; Unterbrink & Muessner, 1.995; Feilzer *et al.*, 1.995; Venhoven *et al.*, 1.996; Kinomoto *et al.*, 1.999).

Segundo MIYAZAKI *et al.* (1996) e SAKAGUCHI & BERGE (1998), o processo de polimerização é mais dependente do total de energia disponível do que da intensidade de luz propriamente dita. Um alto grau de conversão pode ser alcançado pela aplicação de menor intensidade por um tempo prolongado, ou talvez, pela utilização de intensidades variáveis por um determinado tempo (Uno & Asmussen, 1.991, Feilzer *et al.*, 1.995; Unterbrink & M uessner, 1.995; Miyazaki *et al.*, 1.996; Sakaguchi & Berge, 1.998).

Assim, o profissional pode controlar os efeitos indesejáveis da contração de polimerização, através da utilização programada de diferentes intensidades de luz.

Inicialmente, aplica-se uma intensidade de luz menor, que permite um rearranjo molecular interno do material, reduzindo a tensão gerada internamente, uma vez que diminui a velocidade da reação. Isto promove melhor adaptação do material às margens da cavidade. A menor intensidade de luz inicial pode ser conseguida através do afastamento da ponta do aparelho fotopolimerizador da superfície do compósito. Posteriormente, é aplicada uma alta intensidade de luz que provê adequado grau de conversão, de modo a se obter um material com propriedades físicas e mecânicas satisfatórias (Uno & Asmussen, 1.991; Pires *et al.*, 1.993; Feilzer, *et al.*, 1.995; Unterbrink & Muessner, 1.995; Hansen & Asmussen, 1.997; Koran & Kürschner, 1.998; Watts & Al-Hindi, 1.998; Burgess *et al.*, 1.999; Kinomoto *et al.*, 1.999; Bouschlincher *et al.*, 2.000).

Os resultados do presente estudo confirmam os achados destes pesquisadores (Uno & Asmussen, 1.991; Feilzer, *et al.*, 1.995; Unterbrink & Muessner, 1.995; Koran & Kürschner, 1.998; Watts & Al-Hindi, 1.998; Burgess *et al.*, 1.999; Kinomoto *et al.*, 1.999; Bouschlincher *et al.*, 2.000), no que se refere à diminuição da contração de polimerização decorrente da utilização combinada de diferentes intensidades de luz. Da observação da Tabela 2 e Figura 2 verifica-se que, tanto para o compósito inserido em incremento único ou 2 incrementos, o método de fotoativação por luz contínua resultou em maiores valores de fenda pela contração de polimerização, como é mostrado pelos valores superiores de fenda encontrados entre a matriz metálica e o compósito restaurador. Com a utilização do método de dupla intensidade, a fenda pela contração de polimerização foi significativamente diminuída, embora não tenha sido eliminada. Comportamento semelhante foi observado quando a técnica de fotoativação pulsátil foi utilizada.

De acordo com a Literatura, parece que tal comportamento é decorrente do rearranjo molecular interno do material (Davidson & De Gee, 1.984; Feilzer *et al.*, 1.995; Koran & Kürschner, 1.998; Watts & Al-Hindi, 1.998; Burgess *et al.*, 1.999). Durante o estágio inicial da polimerização, ou seja, na fase de pré-polimerização, o compósito apresenta fluidez suficiente para “escoar” das superfícies livres em direção às superfícies unidas ou às camadas de material já polimerizadas. Essa capacidade de “escoamento” apresentada pelo material quando polimerizado a uma taxa reduzida se deve à formação mais lenta da cadeia do polímero e das ligações cruzadas, o que confere uma situação propícia para a acomodação das moléculas dentro da rede polimérica em formação. Isto possibilita que menor tensão interna seja gerada e, ainda, que as tensões que normalmente ocorrem nas interfaces unidas sejam liberadas pelo escoamento do material a partir das superfícies livres (Asmussen, 1.975; Davidson & De Gee, 1.984; Versluis *et al.*, 1.998; Koran & Kürschner, 1.998; Watts & Al-Hindi, 1.998; Burgess *et al.*, 1.999).

Com respeito ao método de inserção do compósito na cavidade, observou-se neste estudo que não houve diferença estatisticamente significativa na largura da fenda formada quando foi utilizado incremento único ou 2 incrementos, para os três métodos de fotoativação empregados. Na Literatura observa-se divergências à respeito da eficiência das técnicas de inserção em camadas horizontais, verticais ou oblíquas, quando comparadas à técnica de incremento único.

Vários estudos (Amaral, 2000; Koenigsberg *et al.*, 1989; Kramer *et al.*, 1999; Teruya, 1994) afirmam que as técnicas incrementais exibem menor formação de fendas e infiltração marginal do que a técnica de incremento único. Quando se emprega a técnica de incrementos, menor estresse é gerado durante a polimerização da resina. Segundo Carvalho *et al.* (1996) o estresse diminui quando restaurações classe II são

realizadas em incrementos. Quanto menor é o fator C, maior é o escoamento permitido durante a polimerização. A diminuição do estresse provavelmente contribui para a preservação da integridade marginal da interface dente/restauração e conseqüentemente, diminuindo a microinfiltração.

Por outro lado, Eakle & Ito (1990), Wilson (1993), Coli & Brannstron (1993), Chan *et al.* (1994), Godder *et al.* (1995), Hilton *et al.* (1997); Affleck *et al.* (1999) e Pimenta (1999), observaram que o emprego das técnicas restauradoras de incremento único, horizontais, oblíquos e vestibulo linguais, não conduziram à diferenças significativas entre as técnicas empregadas.

De acordo com Verluis *et al.* (1996) e Verluis *et al.* (1998), as restaurações confeccionadas com a técnica por incrementos poderia até proporcionar maior estresse de contração de polimerização em relação a técnica em incremento único, o que aumentaria as dimensões da fenda e conseqüentemente maior infiltração marginal na interface dente/restauração.

Outro fator levado a ser considerado é o tipo de material restaurador. O compósito Alert (utilizado neste estudo) não possui na matriz orgânica o monômero BisGMA ou qualquer um dos seus derivados. Ao invés do BisGMA, apresenta o PCDMA, o que de acordo com Leinfelder & Prasad (1998), resulta em menores valores de contração. Isto se deve ao fato de que o comprimento das ligações simples entre os átomos de carbono do monômero do PCDMA é maior, o que compensa a contração de polimerização. Além do mais, este material contém grande quantidade de carga (cerca de 70% em volume), composta tanto de carga convencional (partículas de vidro e sílica), quanto de carga filamentar. Isto lhe confere elevada viscosidade, ao ponto de ser considerado, assim como o amálgama, um material com propriedades “condensáveis” (Leinfelder & Prasad, 1998).

Talvez pelo fato do material Alert possuir baixa contração de polimerização, também observado no estudo de Obici *et al.* (2002), a contração de polimerização não foi influenciada pela variável incremento. Se um compósito com elevada contração de polimerização tivesse sido utilizado, provavelmente alguma diferença pudesse ocorrer em favor de uma ou outra técnica de inserção.

Assim, pode-se verificar que o método de fotoativação do compósito Alert por luz pulsátil ou dupla intensidade de luz levou a menor formação de fendas em relação ao método por luz contínua, para as técnicas de incremento único ou dosi incrementos. Além disso, o padrão de contração dos compósitos em função das características da composição do material restaurador, é outro fator que deve ser levado em consideração como inerente ao material.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- Quando se aplicou incremento único ou em 2 incrementos, o método de fotoativação por luz contínua mostrou os maiores valores de fenda, diferindo estatisticamente dos métodos por luz pulsátil e dupla intensidade de luz, os quais não diferiram entre si;
- Para os três métodos de fotoativação, não houve diferença estatística quando se aplicou o compósito Alert em incremento único ou em 2 incrementos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AFFLECK, M.S. et al. Microleakage with incremental versus bulk placement utilizing condensable composites. J Dent Res, Washington, v.78, p.155, 1999. Abstract, 393

02. AMARAL, C.M. Avaliação da microinfiltração marginal e do grau da dureza de restaurações classe II de resina composta, usando dois sistemas de polimerização e duas técnicas restauradoras. Piracicaba, 2000. 105p. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
03. ANUSAVICE, K.J. Restorative resins. In: Phillips' Science of Dental Materials. 10. Ed. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1996. cap.12, p.273-300.
04. 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.
05. ASMUSSEN, E. Composite restorative resins: composition versus wall-to-wall polymerization contraction. Acta Odontol. Scand., Oslo, 16 (4): 337 – 344, jun., 1.975.
06. ASMUSSEN, E. Direction of shrinkage of light-curing resin composites. J. Dent. Res., Chicago, 77 (IADR Abstracts): 658, 1.998. (Abstract 212).
07. ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Influence of UEDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. Dent. Mat., Washington, 14 (1): 51 – 56, jan., 1.998.
08. BARATIERI, L.N; Dentística: Procedimentos preventivos e restauradores. 2ed., Santos Livraria Editora, 1992. p. 201-214.
09. 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.
10. BLANKENAU, R.J. et al. Wavelenght 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.
11. BOUSCHLICHER, M. R.; RUEGGERBERG, F. A.; BOYER, D. Effect of stepped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. J. Esthet. Dent., New York, 12 (1): 23 – 32, jan., 2.000.
12. BOWEN, R. L. Dental filling material comprising vynil-silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidil metacrylate. US Patent, 1.962. Apud: PEUTZFELDT, A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. Eur. J. Oral Sci., Copenhagen, 105 (2): 97 – 116, mar./apr., 1997.
13. BOWEN, R. L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J. Am. Dent. Ass., Chicago, 66 (1): 57 – 64, jan., 1963.

14. BURGESS, J. O.; DE GOES, M. F.; WALKER, R.; RIPPS, A. H. An evaluation of four light-curing units comparing soft and hard curing. *Pract. Periodont. Aesthet. Dent.*, New York, 11 (1): 125 – 132, jan./feb., 1.999.
15. 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.
16. CHAN, D.C.N.; NIELD, D.G.; DANBERG, G.W. Effect of three incremental insertion techniques on microleakage. *J Dent Res*, Washington, v.73, p.324, 1994. Abstract, 1778
17. COLI, P.; BRANNSTRON, M. The marginal adaptation of four different bonding agents in class II composite resin restoration applied in bulk or in two increments. *Quintessence Int*, Berlin v.24, n.8, p.583-591, Aug. 1993.
18. 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.
19. DAVIDSON, C. L.; de GEE, A. J. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J. Dent. Res.*, Chicago, 63 (2): 146 – 148, feb., 1984.
20. 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.
21. 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].
22. EAKLE, A.S.; ITO, R.K. Effect of insertion technique on microleakage in mesio-ocluso-distal composite resin restorations. *Quintessence Int*, Berlin, v.21, n.5, p.369-374, May 1990.
23. ELIADES, G.C. et al. Degree of double bond conversion in light cured composites. *Dent. Mater.*, Washington, v.3, p.19-25, Jun. 1987.
24. FEILZER, A. J.; DOOREN, L. H.; de GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur. J. Oral Sci.*, Copenhagen, 103 (4): 322 – 326, jul., 1.995.
25. 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.
26. GODDER, B.; SETTEMBRINI, L.; ZHUKOVSKY, L. Direct-shrinkage composite placement. *Gen Dent*, Chicago, v.43, n.5, p.444-446, Sept./Oct. 1995.

27. HANSEN, E. K. Visible light-cured composite resins: polymerization contraction, contraction pattern, hygroscopic expansion. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, 90 (4): 329 – 335, jul./aug., 1982.
28. HANSEN, E. K.; ASMUSSEN, E. Visible-light curing units: correlation between depth of cure and distance between exit window and resin surface. *Acta Odont. Scand.*, Oslo, 55 (3): 162 – 6, mar., 1997.
29. HILTON, T.J.; SCHWARTZ, R.S.; FERRACANE, J.L. Microleakage of four class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. *Quintessence Int.*, Berlin, v.28, n.2, p.135-144, Feb. 1997.
30. IKEMI, T.; NEMOTO, K. Effects of lining materials on the composite resins shrinkage stresses. *Dent. Mat. J.* 13 (1):1 – 8, jan., 1994.
31. JÖRGENSEN, K. D.; ITOH, K.; MUNKSGAARD, E. C.; ASMUSSEN, E. Composite wall-to-wall polymerization contraction in dentin cavities treated with various bonding agents. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, 93 (3): 276 – 279, may., 1985.
32. KINOMOTO, Y.; TORII, M.; TAKESHIRE, F.; EBISU, S. Comparison of polymerization contraction stresses between self- and light-curing composites. *J. Dent.*, Bristol, 27 (5): 383 – 389, jul., 1999.
33. KOENIGSBERG, S.; FUKS, A.; GRAJOWER, R. The effects of three fillings techniques on marginal leakage around class II composite resins restorations in vitro. *Quintessence Int.*, Berlin, v.20, n.2, p.117-121, Feb.1989.
34. 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.
35. KRAMER, P.; PIRES, L.A.G.; LONGONI, M. Avaliação comparativa do grau de infiltração marginal entre duas técnicas de inserção de resina composta em molares decíduos. *Rev ABO Nac*, São Paulo, v.7, n.3, p152-155, jun./jul. 1999.
36. LEINFELDER, K.; PRASAD, A. A new condensable composite for the restoration of posterior teeth. *Dent. Today*, Montclair, 11 (2): 112 – 116, feb., 1998.
37. LOVELL, L. G.; NEWMAN, S. M.; BOWMAN, C. N. The effects of light intensity, temperature, and comonomer composition on the polymerization behavior of dimethacrylates dental resins. *J. Dent. Res.*, Chicago, 78 (8): 1.469 – 1.476, aug., 1999.
38. LUTZ, F.; KREJCI, I.; OLDENBURG, T. R. Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintess. Int.*, Berlin, 17 (12): 777 – 84, dec., 1986.

39. MIYAZAKI, M.; OSHIDA, Y.; MOORE, B. K.; ONOSE, H. Effect of light exposure on fracture toughness and flexural strength of light-cured composites. *Dent. Mat.*, Washington, 12 (6): 328 – 332, nov., 1996.
40. MUNKSGAARD, E. C.; HANSEN, E. K.; KATO, H. Wall-to-wall polymerization contraction of composite resins versus filler content. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, 95 (6): 526 – 531, nov./dec., 1987.
41. OBICI A.C., SINHORETI, M.A.C., DE GOES M.F., CONSANI, S., CORRER SOBRINHO, L. Effect of the photo-activation method on polymerization shrinkage of restorative composites. *Oper Dent.*, v. 27, p. 192-198, 2002.
42. PEUTZFELDT, A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur. J. Oral Sci.*, Copenhagen, 105 (2): 97 – 116, mar./apr., 1997.
43. PHILLIPS, R.W. *Skinner's science of dental materials*. 9 ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1991. p.215-248.
44. PIMENTA, L.A.F. Avaliação da microinfiltração em restaurações de classe II em compósitos realizadas com duas técnicas diferentes de inserção. Piracicaba, 1999. 94f. Tese (Livre docência em Dentística) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
45. 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.
46. REES, J. R.; JACOBSEN, P. H. The polymerization shrinkage of composite resins. *Dent. Mat.*, Washington, 5 (1): 41 – 44, jan./feb., 1989.
47. SAKAGUCHI, R. L.; BERGE, H. X. Reduced light energy density decreases post-gel contraction while maintaining degree of conversion in composites. *J. Dent.*, Bistol, 26 (6): 695 – 700, nov./dec., 1998.
48. SILVERSTONE, L.M., SAXTON, C.A., DOGON, I.L., 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.
49. TANI, Y. Contraction force during polymerization of various composites resins. *Dent. Japan*, Tokyo, 26 (vol. único): 97 – 100, dec., 1989.
50. TERUYA, J.I. Influência de diferentes técnicas de inserção na infiltração marginal de restaurações de resinas compostas em cavidades classe II. São Paulo, 1994. 106p. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
51. TJAN, A. H. L.; BERGH, B. H.; LIDNER, C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, 67 (1): 62 – 66, jan., 1992.

52. TOLIDIS, K.; NOBECOURT, A.; RANDALL, R. C. Effect of a resin-modified glass-ionomer liner on volumetric polymerization shrinkage of various composites. *Dent. Mat.*, Washington, 14 (6): 417 – 423, nov./dec., 1998.
53. UNO, S.; ASMUSSEN, E. Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, 99 (5): 440 – 444, sep./oct., 1991.
54. UNO, S.; SHIMOKOBE, H. Contraction stress and marginal adaptation of composite restorations in dentinal cavity. *Dent. Mat. J.* 13 (1): 19 – 24, jan., 1994.
55. UNTERBRINK, G. L.; MUESSNER, R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J. Dent.*, Bristol, 23 (3): 183 – 189, mai./jun., 1995.
56. VENHOVEN, B. A. M.; de GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L. Light initiation of dental resins: dynamics of the polymerization. *Biomaterials*, Surey, 17 (24): 2313 – 2318, dec., 1996.
57. VERSLUIS, A.; TANTBIROJN, D.; DOUGLAS, W. H. Do dental composites always shrink toward the light? *J. Dent. Res.*, Chicago, 77 (6): 1.435 – 1.445, jun., 1.998.
58. VERSLUIS, A. et al. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stress? *J Dent Res*, Washington, v.75, n.3, p.871-878, Mar. 1996.
59. 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.
60. WALLS, A. W. G.; McCABE, J. F.; MURRAY, J. J. The polymerization contraction of visible-light activated composite resins. *J. Dent.*, Chicago, 16 (4): 177 – 181, jul., 1988.
61. WATTS, D. C.; AL-HINDI, A. “Soft-start” photo-polymerization effects in resin-composite restoratives. *J. Dent. Res.*, Chicago, 77 (IADR Abstracts): 658, 1.998. (Abstract 216).
62. WILSON, J. Effects of design features and restorative techniques on marginal leakage of MO composites: an in vitro study. *Oper Dent*, Seattle, v.18, n.4, p.155-159, July/Aug. 1993.
63. YEARN, J.A. Factors affecting cure of visible light activated composites. *Int. dent. J.*, Bristol, v.35, n.3, p.218-225, Sept. 1985.