

## Influência da Temperatura Pré-Polimerização e do Tempo de Fotoativação na Microinfiltração Marginal

*Adriana Cristina de Mello TORRES<sup>a</sup>, Carlos Rocha Gomes TORRES<sup>b</sup>,  
Maria Amélia Máximo de ARAÚJO<sup>b</sup>*

<sup>a</sup>*Cirurgiã-Dentista, Estagiária, Grupo Acadêmico de Pesquisas Clínicas,  
Faculdade de Odontologia, UNESP  
12245-000 São José dos Campos - SP*

<sup>b</sup>*Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, UNESP  
12245-000 São José dos Campos - SP*

Torres ACM, Torres CRG, Araújo MAM. Influence of pre-cure temperature and photo-activation time in the marginal microleakage. Rev Odontol UNESP. 2004; 33 (4): 163-8.

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da temperatura pré-polimerização e do tempo de fotoativação da resina composta na microinfiltração marginal. Para tal, 60 incisivos bovinos receberam preparos classe V na junção amelo-cementária e aplicação do sistema adesivo Prime & Bond NT (Dentsply), sendo restaurados com incremento único de Z250 (3M). Eles foram divididos em seis grupos de acordo com a temperatura e o tempo de fotoativação: G1 - o compósito foi resfriado a 5°C e fotoativado por 20 s; G2 - 5°C/40 s; G3 - o compósito foi mantido a temperatura ambiente de 24°C e fotoativado por 20 s; G4 - 24°C/40 s; G5 - o compósito foi aquecido a 54°C e fotoativado por 20 s; G6 - 54°C/40 s. Os dentes restaurados foram imersos em água destilada a 37°C por 24 horas e posteriormente receberam acabamento, polimento e 500 ciclos térmicos (5 e 55°C). A microinfiltração foi avaliada quantitativamente em milímetros pelo método do nitrato de prata seguido pela diafanização. Os dados foram submetidos a ANOVA paramétrica e teste de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ), obtendo-se um valor de  $p = 0,00$ . As médias ( $\pm$  desvio padrão) observadas para cada grupo foram: G6:1,7( $\pm$  1,0)a; G2:2,7( $\pm$  1,3)ab; G1:2,7( $\pm$  1,6)ab; G5:3,1( $\pm$  1,0)abc; G3:3,8( $\pm$  1,0)bc; G4:4,3( $\pm$  0,3)c. Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes. Pôde-se concluir que, utilizando 40 segundos de fotoativação, o aquecimento reduziu significativamente a microinfiltração em relação à temperatura ambiente, enquanto o resfriamento não produziu efeitos significantes. Utilizando 20 segundos de fotoativação, a variação de temperatura não exerceu efeitos significativos.

**Palavras-chave:** *Infiltração dentária; resina composta; temperatura ambiente.*

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the influence of pre-cure temperature and photo-activation time in the microleakage of composite resin restorations. For such, 60 bovine incisor received class V preparations in the CEJ and application of the adhesive system Prime & Bond NT (Dentsply), being restored with a bulk increment of Z250 (3M). They were divided in six groups in agreement with the temperature and the time of photo-activation: G1 - the composite was cooled to 5°C and photo-activated by 20 s; G2 - 5°C/40 s; G3 - the composite was maintained to room temperature of 24°C and photo-activated by 20 s; G4 - 24°C/40 s; G5 - the composite was heated up to 54°C and photo-activated by 20 s; G6 - 54°C/40 s. The restored teeth were immersed in distilled water at 37°C/24 h and later they received the finish, polishing and 500 thermal cycles (5 and 55°C). The microleakage was evaluated quantitatively in mm by the silver nitrate method followed by clearing technique. The data were submitted to parametric ANOVA and Tukey's test ( $\alpha = 5\%$ ), being obtained a  $p$  value of 0,00. The mean ( $\pm$  Standard Dev) observed for each group were: G6:1,7( $\pm$  1,0)a; G2:2,7( $\pm$  1,3)ab; G1:2,7( $\pm$  1,6)ab; G5:3,1( $\pm$  1,0)abc; G3:3,8( $\pm$  1,0)bc; G4:4,3( $\pm$  0,3)c. Groups with same letters were no statistically different. We can conclude that using 40 s of photo-activation, the heating reduced significantly the microleakage in relation to room temperature, while the cooling didn't produce significant effects. Using 20 s of photo-activation, the temperature variation didn't showed significant effects.

**Keywords:** *Dental leakage; composite resin; temperature.*

## Introdução

A demanda por restaurações estéticas tem aumentado nos últimos anos, levando os cirurgiões-dentistas a fazerem um uso cada vez maior da resina composta. Sabe-se, porém, que esse material possui diversos problemas que podem comprometer a durabilidade das restaurações.

Um desses problemas é a contração de polimerização que ocorre no corpo da resina, onde, mesmo com as altas forças de adesão obtidas com os modernos sistemas adesivos, há a formação de fendas marginais, especialmente nas margens cavitárias sem esmalte<sup>3,6</sup>. As fendas marginais são um caminho livre para a microinfiltração de fluídos orais, bactérias e seus produtos tóxicos, resultando em sensibilidade pós-operatória, manchamento da interface e cáries recorrentes<sup>4,13</sup>. Além disso, durante a inserção do material restaurador na cavidade, são incluídos microdefeitos de adaptação do material na interface dente-restauração, predispondo à microinfiltração<sup>7</sup>.

Outro problema que pode comprometer a durabilidade das restaurações é a insuficiente polimerização da resina composta quando do emprego de fontes de luz com intensidade inadequada<sup>2,20</sup>, uso de um tempo de fotopolimerização inferior ao necessário<sup>14,15</sup> ou, ainda, pela distância inadequada da ponteira de luz ao material a ser ativado<sup>9,16</sup>.

Sabe-se que a dureza do compósito e, conseqüentemente, sua resistência ao estresse produzido pelo meio oral, estão diretamente relacionadas à conversão dos monômeros resinosos em polímeros. O processo de polimerização resume-se a uma seqüência de reações químicas em cadeia, nas quais as duplas ligações das cadeias carbônicas são quebradas para que as moléculas se unam, formando o polímero. Além disso, sabe-se que, quanto maior a temperatura do material restaurador, mais curto o período de indução, que é aquele em que as moléculas do iniciador tornam-se energizadas ou ativadas e iniciam a transferência de energia para as moléculas dos monômeros<sup>1</sup>. Alguns estudos têm comprovado que a utilização da resina composta a temperaturas maiores que a ambiente promove uma maior conversão imediata dos monômeros enquanto expostos à fonte de luz, reduzindo a pós-cura que ocorre na ausência de luz<sup>12,19,21</sup>. Entretanto questiona-se se um menor período de indução e redução da pós-cura não induziria a uma maior contração de polimerização e conseqüente aumento da formação de fendas marginais e microinfiltração. Por outro lado, diversos fabricantes recomendam a armazenagem das resinas sob refrigeração, de forma a aumentar sua validade. Contudo, alguns profissionais acabam aplicando nos dentes dos pacientes os materiais ainda resfriados, o que pode ser desfavorável à eficiência do processo de polimerização e prejudicial à qualidade final da restauração.

Baseado nisso, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da temperatura do material antes da polimerização

e do tempo de fotoativação da resina composta na microinfiltração marginal.

## Material e método

Para a confecção dos corpos-de-prova foram selecionados 60 incisivos bovinos em perfeito estado, obtidos de acordo com a legislação internacional. O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP. Os dentes tiveram os terços apicais das raízes e as polpas dentais removidos. As metades apicais das raízes remanescentes foram incluídas em resina acrílica e os espécimes foram levados a um dispositivo para preparos cavitários padronizados. Foram realizados preparos classe V no nível do limite amelo-cementário com 2 mm de largura, 2 mm de altura e 1,5 mm de profundidade. Para a confecção das restaurações, foi realizado o condicionamento ácido total com ácido fosfórico a 37% (Dentsply) e posterior aplicação do adesivo dentinário Prime & Bond NT (Dentsply), conforme as recomendações do fabricante. Após a fotopolimerização do adesivo, a resina composta Z250 (3M/Espe) na cor A2 (lote 1MN) foi inserida na cavidade num único incremento. Para a fotopolimerização, foi utilizado o aparelho com lâmpada halógena XL3000 (3M/Espe) e densidade de potência de 550 mW/cm<sup>2</sup>, que foi posicionado diretamente sobre a cavidade, tocando a face vestibular dos dentes.

Os 60 espécimes foram divididos em 6 grupos, alterando-se o tempo de fotopolimerização e a temperatura da resina composta conforme descrito a seguir:

- Grupo 1 - A resina composta foi inserida à temperatura de 5°C e fotopolimerizada por 20 segundos;
- Grupo 2 - A resina composta foi inserida à temperatura de 5°C e fotopolimerizada por 40 segundos;
- Grupo 3 - A resina composta foi inserida à temperatura ambiente de 24°C e fotopolimerizada por 20 segundos;
- Grupo 4 - A resina composta foi inserida à temperatura ambiente de 24°C e fotopolimerizada por 40 segundos;
- Grupo 5 - A resina composta foi inserida à temperatura de 54°C e fotopolimerizada por 20 segundos; e
- Grupo 6 - A resina composta foi inserida à temperatura de 54°C e fotopolimerizada por 40 segundos.

Todas as restaurações foram realizadas num ambiente com a temperatura controlada de 24°C, estando os dentes preparados em temperatura ambiente. Para resfriar a resina composta a 5°C, a seringa do material restaurador foi submersa em água nessa mesma temperatura, que foi mantida constante e aferida por meio de um termômetro de bulbo. A seringa permaneceu nesse banho por, no mínimo, 15 minutos antes da confecção dos primeiros espécimes, de forma a garantir que todo o material estivesse na mesma

temperatura, conforme constatado em estudo piloto. A cada espécime, a seringa de resina era novamente mergulhada em água na temperatura desejada. Esta foi selecionada por ser a usualmente empregada em refrigeradores para a conservação dos materiais odontológicos.

Para a confecção dos espécimes com resina a 54°C, a seringa, bem vedada, foi submersa em água a 54°C juntamente com o termômetro de bulbo. A cada espécime, a seringa de resina era novamente mergulhada na água. Ela foi mantida a 54°C em um recipiente para banho de cortes histológicos, o que permitiu o controle do aquecimento.

Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, em estufa bacteriológica. Após esse período, foi realizado o acabamento e o polimento das restaurações com discos Sof-Lex (3M), sendo as superfícies das mesmas avaliadas em estereomicroscópio (Stemi 2000-C- Carl Zeiss Jena), de forma a verificar a existência de excessos marginais.

Os espécimes foram submetidos a 500 ciclos térmicos (5 e 55°C), empregando-se uma máquina de termociclagem (Ética Equipamentos Científicos). A seguir, os dentes foram impermeabilizados com três camadas de esmalte para unhas, deixando-se apenas a restauração e uma janela de 0,5 mm ao seu redor sem aplicação do esmalte. Para avaliação da microinfiltração, foi utilizado o método proposto por Tay et al.<sup>17</sup> e modificado por Torres et al.<sup>18</sup>, o qual pode ser verificado na Figura 1.

Para tal, os dentes foram imersos numa solução aquosa de nitrato de prata a 50%, durante 24 horas, em escuro total. Posteriormente foram lavados em água destilada corrente por 10 minutos, imersos em solução reveladora de radiografias (Kodak) e expostos à luz fluorescente por 6 horas. A seguir, eles foram lavados em água corrente por 2 horas.

As restaurações foram demarcadas com ponta diamantada esférica para que os grupos pudessem ser distinguidos. Foram realizados cortes transversais ao longo eixo do dente, a cerca de 1 mm da interface dente-restauração, acima do ângulo cavo-superficial incisal e abaixo do ângulo cavo-superficial gengival. A seguir foram realizados cortes longitudinais nas faces mesial e distal, com discos de *carborundum*, de forma a separar a metade vestibular que continha a restauração da parte lingual, que foi desprezada (Figura 1).

A seguir, os blocos contendo as restaurações foram imersos em ácido clorídrico, a 6% por três dias, para que ocorresse a descalcificação. Após esse período, os espécimes foram lavados e desidratados pela imersão numa série crescente de etanol (70%, 80%, 95%), terminando em etanol absoluto, e posteriormente mergulhados em salicilato de metila para diafanização até que se obtivesse total transparência, o que permitia uma visão tridimensional da restauração. A microinfiltração foi evidenciada por uma coloração enegrecida sobre a resina composta. De todos as paredes circundantes, a que exibiu a penetração mais pro-

funda foi a considerada para mensuração. A profundidade de penetração foi avaliada em milímetros, a partir do ângulo cavo-superficial, no sentido da parede axial. Nos casos em que a microinfiltração atingiu e avançou sobre a parede axial, esta também foi mensurada e somada à penetração observada na parede circundante que permitiu a infiltração dos agentes traçadores até esse nível.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de análise de variância paramétrica a dois fatores (ANOVA), sendo eles a temperatura da resina composta e o tempo de fotoativação. Para detectar as diferenças, foi empregado o teste de Tukey. Para todas as análises, foi adotado um nível de significância de 5%.

## Resultado

Os resultados da ANOVA podem ser observados na Tabela 1.

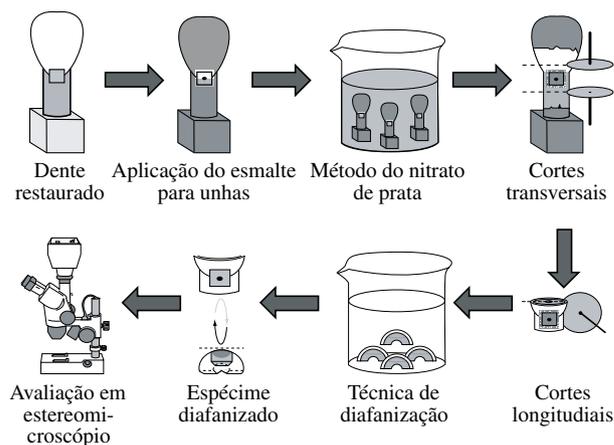
Vê-se que diferenças significativas foram observadas apenas para o fator temperatura. A variação do tempo de fotoativação não produziu efeitos significativos. Constatou-se ainda uma interação significativa entre os fatores temperatura da resina e tempo de fotoativação.

Na Tabela 2 pode-se observar as médias e os desvios

**Tabela 1.** Resultado do teste de ANOVA

Fatores	Graus de Liberdade	F	P
Temperatura	2	12,17	0,00*
Tempo	1	0,83	0,36
Interação Temperatura x Tempo	2	3,40	0,04*

\*Diferenças significativas.



**Figura 1.** Técnica de preparo dos espécimes para avaliação da microinfiltração.

padrão de microinfiltração para cada grupo, assim como os resultados do teste de Tukey analisando os dois fatores conjuntamente. Os grupos que não apresentaram diferenças significativas foram agrupados em conjuntos homogêneos.

Pode-se observar que existem diferenças estatisticamente significantes apenas entre a média do grupo 54°C/40 s em relação às médias dos grupos 24°C/20 s e 24°C/40 s.

Na Figura 2 podemos comparar as médias de microinfiltração para os diferentes grupos mediante diferentes temperaturas e tempos de fotoativação.

Na Figura 3 podemos observar as paredes circundantes de espécimes com níveis variados de microinfiltração. Nessas imagens constatamos que a microinfiltração não ocorre de uma forma homogênea em toda a interface, tendo ao mesmo tempo áreas de maior e menor penetração. A utilização da técnica de diafanização permite inspecionar livremente todas as paredes, evitando uma avaliação subestimada da microinfiltração ocorrida.

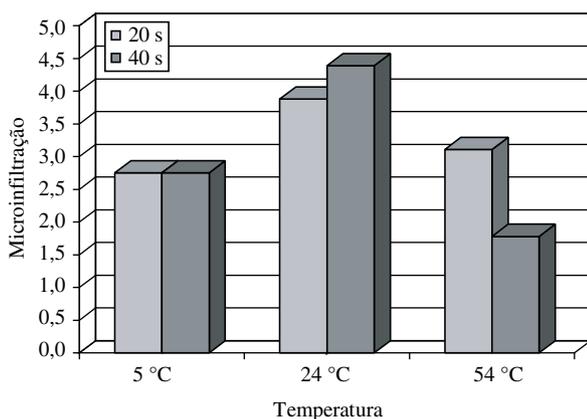
## Discussão

Alguns estudos têm demonstrado que o aquecimento da resina composta antes da fotoativação aumenta o grau

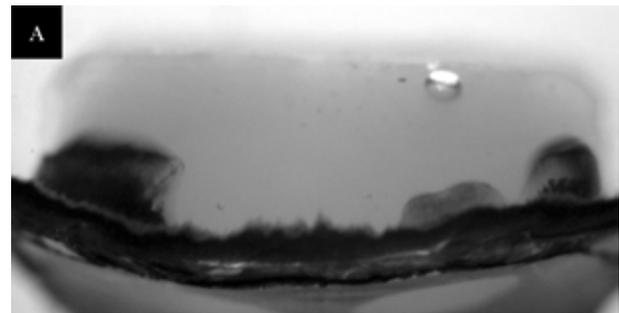
**Tabela 2.** Resultado do teste de Tukey

Grupos	Média ( $\pm$ desvio padrão)	Conjuntos Homogêneos*
54°C/40 s	1,7 ( $\pm$ 1,0)	A
5°C/40 s	2,7 ( $\pm$ 1,3)	A B
5°C/20 s	2,7 ( $\pm$ 1,6)	A B
54°C/20 s	3,1 ( $\pm$ 1,0)	A B
24°C/20 s	3,8 ( $\pm$ 1,0)	B C
24°C/40 s	4,3 ( $\pm$ 0,3)	C

\*Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significativas.



**Figura 2.** Comparação entre as médias de microinfiltração para cada grupo mediante as diferentes temperaturas e os tempos de fotoativação.



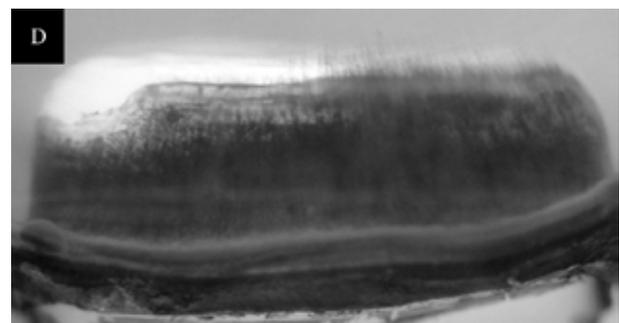
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 3.** Espécimes com diferentes níveis de microinfiltração. A, B e C – Aquém da parede axial; D - Atingindo a parede axial.

da conversão dos monômeros em polímeros<sup>11,19,21</sup>, o que pode reduzir a degradação da restauração com o tempo. Anusavice<sup>1</sup> comentou que existe uma relação direta entre a resistência da restauração e a eficiência do processo de polimerização.

Sabemos que a polimerização das resinas compostas fotoativadas ocorre em duas etapas. A primeira começa quando o material é irradiado pela luz azul, a qual estimula a canforoquinona a reagir com as aminas terciárias e formar os radicais livres que iniciam a reação em cadeia de polimerização por adição. Após o término da irradiação, ainda existem radicais livres formados, os quais continuam o processo de polimerização por cerca de 24 horas. Esta etapa é chamada de pós-cura<sup>1</sup>.

Segundo Yap, Seneviratne<sup>22</sup>, a efetividade de cura geralmente aumenta com o aumento da exposição à luz. Isso ocorre porque um número maior de radicais livres serão formados em virtude da excitação da canforoquinona, o que aumenta diretamente a união dos monômeros e a formação das cadeias moleculares longas. O aumento da temperatura da resina composta pré-polimerização fornece energia para a reação, acelerando a conversão inicial dos monômeros e reduzindo a polimerização pós-cura de forma significativa, agindo como um catalizador da reação<sup>11,19,21</sup>. Segundo Trujillo, Stansbury<sup>19</sup>, a conversão pós-cura é observada em espécimes nos quais a resina estava à temperatura ambiente no momento da polimerização, enquanto naqueles confeccionados com a resina composta aquecida a 54,5°C não houve conversão pós-cura significativa. Friedman<sup>8</sup> discutiu que o aquecimento da resina composta a 130 °F (54,5°C) propicia uma polimerização mais completa, e que, dependendo do compósito usado, pode ocorrer um aumento de 8% a 17% do grau de cura, enquanto o tempo de polimerização pode ser reduzido em 50% a 80%.

Friedman<sup>8</sup> observou ainda que a resina aquecida a 54,5 °C apresenta uma redução em sua viscosidade, o que pode facilitar a adaptação dela na cavidade por escoamento, por se apresentar com consistência semelhante a do mel. Segundo Dickinson, Leinfelder<sup>7</sup>, durante a inserção da resina composta na cavidade, são incluídos microdefeitos de adaptação do material na interface dente-restauração, predispondo a microinfiltração. Chuang et al.<sup>5</sup> observaram que a utilização de uma resina composta fluida possibilita uma menor inclusão de microdefeitos interfaciais em razão da sua menor viscosidade e conseqüente maior escoamento. Sendo assim, o melhor escoamento da resina composta obtido pelo seu aquecimento pode ter levado à sua melhor adaptação nas paredes cavitárias e ter contribuído para diminuir a microinfiltração. O grupo aquecido a 54°C e fotopolimerizado por 40 segundos demonstrou significativa redução da microinfiltração marginal em relação ao grupo a 24°C fotopolimerizado por 20 ou 40 segundos (Tabela 2, Figura 2). Entre os demais grupos não se observaram dife-

renças estatisticamente significantes. Entretanto, analisando a Figura 2, observa-se uma tendência dos grupos a 5°C demonstraram menor microinfiltração que os a 24°C. Isso pode ser explicado pelo fato da resina composta a 5°C poder ter atingido um menor grau de conversão que os demais grupos<sup>11</sup> e, conseqüentemente, ter havido menor contração de polimerização, levando a uma menor microinfiltração marginal.

Um dos problemas do aquecimento da resina composta pré-polimerização seria o aquecimento pulpar. Segundo Zach, Cohen<sup>23</sup>, a polpa não pode ter sua temperatura aumentada mais que 5,5°C para que sua vitalidade seja mantida. Loney, Price<sup>12</sup> realizaram um estudo pelo qual concluíram que a espessura de dentina remanescente interfere no aumento da temperatura pulpar. Portanto, é importante que exista uma certa quantidade de dentina entre o assoalho da cavidade e a câmara pulpar para minimizar o aquecimento resultante ou que sejam utilizados agentes forradores para bloquear a transmissão de calor<sup>10</sup>. Assim sendo, mais estudos tem que ser realizados para avaliar a segurança da utilização de resinas pré-quecidas.

Embora os resultados deste estudo *in vitro* terem indicado uma certa vantagem do aquecimento da resina antes de sua aplicação na cavidade, diversas limitações como a ausência de pressão pulpar, o tipo de substrato utilizado e a ausência de cargas oclusais impedem uma extrapolação direta para uma situação clínica. Portanto, estudos adicionais devem ser realizados para comprovar a relevância clínica desse método e sua segurança.

## Conclusão

Com base nos resultados pôde-se concluir que:

- a variação de temperatura pré-polimerização da resina composta influenciou na microinfiltração marginal;
- a variação do tempo de fotoativação não teve influência significativa;
- utilizando-se 40 segundos de fotoativação, o aquecimento da resina reduziu significativamente a microinfiltração em relação à temperatura ambiente, enquanto o resfriamento não produziu efeitos significantes; e
- utilizando-se 20 segundos de fotoativação, a variação de temperatura não exerceu efeitos significantes.

## Referências

1. Anusavice KJ. Phillips materiais dentários. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
2. Barghi N, Berry T, Hatton C. Evaluating intensity output of curing lights in private dental offices. J Am Dent Assoc. 1994; 125: 992-6.
3. Bausch JR, de Lange K, Davidson CL, Peters A, de Gee AJ. Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. J Prosthet Dent. 1982; 48: 59-67.

4. Bergenholtz G, Cox CF, Loesche WJ, Syed SA. Bacterial leakage around dental restorations: its effects on the dental pulp. *J Oral Pathol.* 1982; 11: 439-50.
5. Chuang SF, Liu JK, Jin YT. Microleakage and internal voids in class II composite restoration with flowable composite linings. *Oper Dent.* 2001; 26: 193-200.
6. Davidson CL, De Gee AJ, Feilzer A. A competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res.* 1984; 63: 1396-9.
7. Dickinson GL, Leinfelder K. Assessing the long-term effect of surface penetrating sealant. *J Am Dent Assoc.* 1993; 124: 68-72.
8. Friedman J. Thermally assisted flow and polymerization of composite resins. *Contemp Esthet Rest Pract.* 2003; 7: 46.
9. Hansen EK, Asmussen E. Visible-light curing units: correlation between depth and distance between exit window and resin surface. *Acta Odontol Scand.* 1997; 55: 162-6.
10. Hussey DL, Biagioni PA, Lamey PJ. Thermographic measurement of temperature change during resin composite polymerization *in vivo*. *J Dent.* 1995; 23: 267-71.
11. Littlejohn L, Creer SC, Pucket AD, Fitchie J. Curing efficiency of a direct composite at different temperatures. In: 32<sup>nd</sup> Annual Meeting and Exhibition of the AADR; 2003 March 12-15; San Antonio. Texas: AADR; 2003. p. 944.
12. Loney RW, Price RBT. Temperature transmission of high-output light-curing units through dentin. *Oper Dent.* 2001; 26: 516-20.
13. Pashley DH. Clinical considerations of microleakage. *J Endod.* 1990; 16: 70-7.
14. Pereira SK, Porto CLA, Mendes AJD. Avaliação da dureza superficial de uma resina composta híbrida em função da cor, tempo de exposição, intensidade de luz e profundidade do material. *J Bras Clin Estet Odontol.* 2000; 4: 63-7.
15. Santos LA. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. *Pesqui Odontol Bras.* 2000; 14: 65-70.
16. Sobrinho LC, de Lima AA, Consani S, Sinhoreti MA, Knowles JC. Influence of curing tip distance on composite knoop hardness values. *Braz Dent J.* 2000; 11: 11-7.
17. Tay FR, Pang KM, Gwinnett AJ, Wei SH. A method for microleakage evaluation along the dentin/restorative interface. *Am J Dent.* 1995; 8: 105-8.
18. Torres CRG, Araújo MAM, Torres ACM. Effects of dentin collagen removal on microleakage of bonded restorations. *J Adhes Dent.* 2004; 6: 33-42.
19. Trujillo M, Stansbury JW. Thermal effects on composite photopolymerization monitored by real-time NIR. In: 32<sup>nd</sup> Annual Meeting and Exhibition of the AADR; 2003 March 12-15; San Antonio. Texas: AADR; 2003. p. 891.
20. Vicentini A. Fotopolimerização das resinas compostas. *RGO.* 1996; 44: 146-8.
21. Vogel K, Rueggeberg F, Rheinberger V. Influence of initiator system and temperature on real time double bond conversion. In: 32<sup>nd</sup> Annual Meeting and Exhibition of the AADR; 2003 March 12-15; San Antonio. Texas: AADR; 2003. p.820.
22. Yap AU, Seneviratne C. Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. *Oper Dent.* 2001; 26: 460-6.
23. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965; 19: 515-30.