

Efeito de diferentes métodos de polimerização na microinfiltração marginal de restaurações de resina composta
Effect of different polymerization methods on the microleakage of composite resin restorations

Lia Alves da CUNHA

Mestrando – Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

Clovis PAGANI

Professor – Departamento de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Unesp – São José dos Campos – SP – Brasil

Carolina Baptista MIRANDA

Doutorando – Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Unesp – São José dos Campos – SP – Brasil

Symone Cristina TEIXEIRA

Professora – Departamento de Odontologia Social e Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Unesp – São José dos Campos – SP – Brasil

Regina Célia Santos Pinto SILVA

Professora – Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Unesp – São José dos Campos – SP – Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes métodos de fotopolimerização da resina composta sobre a microinfiltração marginal de restaurações de classe V em dentes bovinos. Foram realizadas 44 restaurações com a resina composta Solitaire, divididas em 4 grupos para a realização da polimerização: G1 – 100 mW/cm² com 2 ativações de 30s cada; G2 – 200 mW/cm² com 2 ativações de 30s cada; G3 – 600 mW/cm² com 2 ativações de 30s cada; G4 – 100 mW/cm² por 30s, seguida de 600 mW/cm² por mais 30 segundos. As intensidades foram variadas por meio de tubos plásticos de 2 diferentes comprimentos acoplados à ponta do fotopolimerizador, que determinavam a quantidade de luz que chegava ao corpo-de-prova (tubo de 10cm=100 mW/cm² e tubo de 2cm=200 mW/cm²). Após 500 ciclos térmicos (5±2°C e 55±2°C), os espécimes foram imersos em solução à base de Rodamina B por 24 horas e a microinfiltração foi avaliada. Os dados de microinfiltração dos quatro tipos de polimerização, quando submetidos ao teste de Kruskal-Wallis não diferiram estatisticamente (Esmalte: kw=3,90; gl=3; p=0,272 e Cimento: kw=4,61; gl=3; p=0,202). O teste de sinais de postos de Wilcoxon, usado para a comparação entre os dados de infiltração do esmalte frente ao cimento, em cada método de fotopolimerização, indicou uma diferença estatisticamente significativa para os grupos G1, G2 e G4. Concluiu-se que os diferentes métodos de polimerização não afetaram a microinfiltração marginal de restaurações de resina composta.

UNITERMOS

Infiltração dentária; resinas compostas; fotopolimerização, estudo comparativo

INTRODUÇÃO

Existe atualmente grande demanda por restaurações estéticas, inclusive em dentes posteriores, já que as propriedades das resinas compostas têm sido constantemente aprimoradas. Entretanto, apesar do desenvolvimento de novos sistemas adesivos, nenhum deles é capaz de evitar completamente a ocorrência de microinfiltração na interface dente/restauração¹³.

A microinfiltração nas restaurações de resina composta é decorrente da contração de polimerização, que ocorre devido à reação química que todos os materiais resinosos possuem como mecanismo de presa. Durante a polimerização, com a passagem da resina do estado viscoso para o estado sólido, a distância intermolecular entre monômeros é diminuída com a formação das ligações covalentes no polímero. Em decorrência disso, a resina reduz o seu volume, formando fendas entre dente e material restaurador⁸.

Assim, o grande desafio para o cirurgião-dentista na confecção de restaurações de resina composta em cavidades de classe I, II e V é minimizar a contração de polimerização. Para tanto, diversas técnicas têm sido descritas na literatura, como a técnica incremental de inserção do material restaurador¹², aplicação de bases de resina flow ou de cimento de ionômero de vidro sob a resina composta¹¹, polimerização com técnica do pulso tardio^{2,16} ou com o método “*soft-start*”⁶.

A polimerização “*soft-start*” envolve a modulação da fotoativação, inicialmente com baixa e em seguida com alta intensidade. Esse procedimento permite que as tensões inerentes ao processo de polimerização da resina sejam reduzidas pela menor velocidade de reação durante a fase inicial de polimerização, o que aumenta o escoamento do material²².

Goracci et al.⁹ (1996) demonstraram diminuição na formação de fendas marginais quando esta técnica foi utilizada no primeiro incremento de resina composta em restaurações de classe V, sendo que não houve concomitantemente diminuição de resistência à flexão, módulo de flexão e microdureza das restaurações. Em concordância, alguns autores também publicaram trabalhos favoráveis à polimerização “*soft-start*”, dizendo ser esse método confiável para combinar aumento na integridade marginal dos compósitos com melhores propriedades físicas^{10,18,24}. De maneira oposta, outros autores não encontraram diferença estatisticamente significativa entre a técnica de polimerização convencional e a “*soft-start*”^{1,17,23}.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes fontes de fotopolimerização

da resina composta sobre a microinfiltração marginal de restaurações de classe V de dentes bovinos.

MATERIAL E MÉTODO

Os materiais utilizados neste estudo estão descritos na Tabela 1.

Quarenta e quatro incisivos bovinos hígidos recém extraídos foram limpos e examinados através de lupa estereoscópica com aumento de 10x, para pesquisar a presença de trincas no esmalte, que poderiam comprometer os resultados. Após a seleção, as raízes foram seccionadas no terço cervical, com auxílio de um disco de caborundum e as polpas dentais removidas. O ápice radicular foi selado com cimento de ionômero de vidro (Vidrion R®) e protegido com verniz. Os dentes ficaram armazenados em água destilada e congelados em freezer a 18°C negativos até a sua utilização²⁰.

Foram realizados preparos cavitários de classe V na face vestibular dos incisivos bovinos no terço cervical, sendo a parede incisal em esmalte e a parede gengival em cimento, com as seguintes dimensões: 4 mm no sentido méso-distal, 3mm no sentido cérvico-oclusal e 2mm de profundidade. Todos os preparos foram realizados com ponta diamantada cilíndrica no 6880314014®, com caneta de alta velocidade, sob refrigeração, acoplada a um dispositivo para padronização das cavidades, idealizado por Walter & Hokama²¹ (1976) e modificado por Sá & Gabrielli¹⁵ (1979). Em todo o ângulo cavo-superficial em esmalte foi realizado um bisel em 45°, de aproximadamente 1mm de extensão, com ponta diamantada no 889931403®. Após o preparo, a cavidade foi lavada com *spray* de água e a cada cinco preparos a ponta diamantada trocada por uma nova.

Os procedimentos de condicionamento ácido do esmalte dentário e aplicação do sistema adesivo foram realizados de acordo com as instruções do fabricante (Scotchbond multi-uso®). Em seguida, os dentes foram restaurados com a resina compactável Solitaire® em porção única e fotopolimerizados de acordo com o método preconizado para cada grupo.

No Grupo I a polimerização foi realizada com duas irradiações de 30 segundos cada (sem intervalo de tempo entre elas), sendo acoplado um tubo de plástico de 10cm à ponta do fotopolimerizador, de maneira que a intensidade original do aparelho (600 mW/cm²) chegasse ao dente reduzida para 100 mW/cm². No Grupo II, os dentes também foram polimerizados com duas irradiações de 30 segundos cada, com um tubo acoplado de 2cm de comprimento, para que a

intensidade aplicada sobre a resina composta fosse de 200 mW/cm². No Grupo III os dentes foram polimerizados com duas irradiações de 30 segundos cada, sem nenhum tubo acoplado, sendo aplicada a intensidade total do aparelho (0 cm de distância do dente). No Grupo IV a polimerização foi realizada de acordo com a técnica “*soft-start*”, por 30 segundos com 100mW/cm² (utilização do tubo de 10 cm), seguida por mais 30 segundos com 600 mW/cm² (sem tubo).

Após o procedimento restaurador, os corpos-de-prova ficaram armazenados em cuba umidificadora em estufa bacteriológica a 37°C. O acabamento foi realizado através da técnica mediata, 24 horas após a confecção das restaurações, com brocas douradas. Discos de lixa Sof-lex® foram utilizados em baixa rotação para polimento

das restaurações. Os corpos-de-prova ficaram armazenados novamente em cuba umidificadora em estufa bacteriológica a 37°C.

Todos os dentes foram submetidos a termociclagem para simular a situação clínica de estresse térmico. Os dentes ficaram armazenados em reservatórios de água nas temperaturas de 5°C±2°C e 55°C±2°C, por 30 segundos em cada um. Esse procedimento foi realizado na máquina Ética, por 500 ciclos⁴.

Para verificação da infiltração marginal, toda a área dentária, exceto a restauração e 1 mm além de sua margem, foi impermeabilizada com três camadas de

esmalte de unhas vermelho. Posteriormente os corpos-de-prova ficaram imersos em um recipiente de vidro âmbar, contendo uma solução à base de Rodamina B a 2%, por 24 horas. Após, os mesmos foram retirados da solução corante e lavados por 15 minutos em água corrente. Em seguida, os terços incisais das coroas foram incluídos em blocos de resina acrílica ativada quimicamente, para permitir uma melhor fixação do corpo-de-prova na cortadeira¹⁹.

Foram executados dois cortes longitudinais no sentido vestibulo-lingual, em cortadeira de baixa velocidade (Labcut 1010® - Extec), com discos de diamante sob constante refrigeração. Esse procedimento resultou em três fatias, que foram fixadas em lâminas de vidro identificadas para posterior observação.

A análise da penetração do corante foi feita por dois examinadores calibrados, através de uma lupa estereoscópica (Stemi 2000® – Karl Zeiss) com aumento de 50X. O critério de avaliação consistiu na atribuição de escores de 0 a 4, conforme os níveis de infiltração entre a restauração e a estrutura dentária, nas margens em esmalte e cimento¹⁴. Foram realizadas três leituras de cada margem, sendo considerada somente a de maior grau de microinfiltração. Em caso de discordância entre os examinadores, uma nova leitura era realizada por eles para que houvesse um consenso entre o grau de microinfiltração marginal para a restauração em questão.

Quadro 1 – Materiais utilizados na pesquisa

Produto	Fabricante	Lote
Vidrion R	SS White Artigos dentários Ltda. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.	00E
Ponta diamantada	Komet. Germany.	021030
Scotchbond multi-uso	3M do Brasil Ltda. Sumaré, SP, Brasil.	00079
Solitaire	Heraeus Kulzer, Dormagen, Germany.	010050
Sof-Lex	3M do Brasil Ltda. Sumaré, SP, Brasil.	CE19215

RESULTADOS

Os dados de microinfiltração dos quatro tipos de polimerização, quando submetidos ao teste de Kruskal-Wallis não diferiram estatisticamente (Esmalte: $kw=3,90$; $gl=3$; $p=0,272$ e Cimento: $kw=4,61$; $gl=3$; $p=0,202$, usando aproximação de χ^2).

Tabela 2 – Frequência (%) de escores de microinfiltração em cada grupo e estatística descritiva do teste de Kruskal-Wallis

Escores						ESTATÍSTICA DESCRITIVA			
	0	1	2	3	4	Média	Min	Mediana	Máx
ESMALTE I	90,91	9,09	0	0	0	23	0	0	1
CEMENTO I	9,09	90,91	0	0	0	23,6	0	1	1
ESMALTE II	100	0	0	0	0	21	0	0	0
CEMENTO II	18,18	81,82	0	0	0	21,8	0	1	1
ESMALTE III	81,82	9,09	0	9,09	0	25	0	0	3
CEMENTO III	9,09	72,73	9,09	0	9,09	26,8	0	1	4
ESMALTE IV	100	0	0	0	0	21	0	0	0
CEMENTO IV	45,45	45,45	0	0	9,09	17,8	0	1	4

Esmalte: $p=0,272>0,05$; Cimento: $p=0,202>0,05$

O teste de sinais de postos de Wilcoxon foi utilizado para a comparação entre os dados de infiltração do esmalte frente ao cimento, em cada método de polimerização. Este teste indicou uma diferença estatisticamente significativa entre os valores de microinfiltração do esmalte e do cimento nos grupos 1, 2 e 4.

DISCUSSÃO

Aparelhos de fotopolimerização com intensidade de luz bastante alta têm sido recomendados quase que universalmente, para que sejam promovidas melhores propriedades físicas nas resinas compostas e na profundidade de polimerização, além de diminuir o tempo necessário para esse processo^{3,13,24}. Entretanto, o uso de fontes de luz muito intensas leva a formação de fendas marginais, devido ao desenvolvimento de estresse de contração de polimerização.

Durante a polimerização a resina composta passa da fase pré-gel para a fase pós-gel, sendo que no início desse processo a contração de polimerização é compensada pelo escoamento em direção às paredes cavitárias. No final o escoamento cessa devido ao aumento da rigidez do material. Assim, a polimerização “*soft-start*” visa prolongar a fase de instalação inicial da resina composta, de modo que a contração de polimerização ocorra quando as moléculas ainda têm a possibilidade de tomar uma nova direção para compensar o estresse interno, o que diminui a contração final do material^{5,9}.

Vários autores observaram menor formação de fendas quando intensidades menores de luz foram utilizadas^{9-10,13,18,24}. No entanto, outros estudos não encontraram diferença estatística quanto à penetração de corantes, quando diferentes intensidades de luz foram utilizadas^{1,16}.

Como o sucesso de uma restauração depende de uma combinação de fatores como taxa de contração, capacidade de escoamento e força de adesão⁹, neste estudo foi utilizado em todos os corpos-de-prova o mesmo sistema adesivo e a mesma resina composta, variando apenas o tipo de fotopolimerização, de forma que não houvesse outros fatores que pudessem causar interferência no resultado final. As cavidades foram realizadas de forma semelhante à situação clínica, com a geometria resultando em um alto fator C⁷. Além disso, foi realizada a termociclagem dos corpos-de-prova para simular o estresse térmico que os dentes sofrem clinicamente.

De acordo com Yap & Seneviratne²² (2001) existem várias combinações de densidade de energia (intensidade x tempo) que podem ser utilizadas para alcançar polimerização efetiva. Em estudo *in vitro* esses autores encontraram polimerização ideal dos espécimes com altas intensidades (500 e 600 mW/cm²) com 30 segundos de irradiação. Portanto, os autores concluíram que na técnica “*soft-start*” a densidade de energia na fase de alta intensidade deve ser de 500 a 600mW/cm². Dessa forma, utilizamos neste estudo a intensidade de 600 mW/cm² por 30 segundos no grupo de referência (Grupo 3) e na segunda fase da polimerização “*soft-start*” (Grupo 4).

Com relação aos resultados, o menor valor de microinfiltração foi observado no esmalte das amostras dos Grupos 2 e 4, em que não houve nenhuma microinfiltração em 100% das amostras (score 0), seguido pelo esmalte do grupo I, que apresentou score 0 em 90,91% das amostras. Portanto, apesar de não

haver diferença estatisticamente significativa (Tabela 1), podemos observar que ao realizar a polimerização com maior distância do dente (10cm no grupo 1) ou por meio do método “*soft-start*”, ocorre menos microinfiltração no esmalte.

Acreditamos que foram encontrados menores resultados para o grupo da polimerização “*soft-start*” em função, provavelmente de uma menor contração de polimerização, fato observado no estudo de Yap et al.²³ (2001), em que, a polimerização “*soft-start*” resultou em menor média linear de contração de polimerização do que a irradiação com alta intensidade de luz, porém a diferença não foi estatisticamente significativa.

A discordância entre os resultados das pesquisas de diferentes métodos de polimerização pode ter sido causada pelo fato de que em cada estudo são utilizadas intensidades de luz e tempos diferentes para cada método de ativação, além de diferentes testes para avaliar a qualidade das restaurações. Podemos observar que os trabalhos que utilizaram densidades de energia mais altas, tanto para o início quanto para o final da polimerização com a técnica “*soft-start*”, os resultados não foram significativamente diferentes da técnica convencional^{1, 17, 23}. Por outro lado, quando a densidade de energia da técnica “*soft-start*” foi mais baixa, os resultados apresentaram-se mais satisfatórios^{9, 13}.

CONCLUSÃO

Os diferentes métodos de fotopolimerização não afetaram estatisticamente a microinfiltração marginal de restaurações de resina composta classe V.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the influence of different methods of composite resin polymerization on marginal microleakage of class V restorations in bovine teeth. Forty-four restorations were prepared with the composite resin Solitaire, divided into four groups of polymerization: G1- 100mW/cm² with 2 irradiations of 30s each; G2-200mW/cm² with 2 irradiations of 30s each; G3- 600mW/cm² with 2 irradiations of 30s each; G4- 100mW/cm² for 30s followed by 600mW/cm² for 30s more. The out-put light intensities varied by the use of plastic tubes of 2 different lengths, coupled to the light tip, which determined the light intensity that reached the specimen (tube of 10cm=100mW/cm² and tube of 2 cm=200mW/cm²). After being thermocycled for 500 cycles (5±2°C and 55±2°C), the specimens were immersed in Rodamin B solution for 24 hours and the microleakage was evaluated. The microleakage data was subjected to the Kruskal-Wallis test and revealed no statistical difference (enamel: KW:3,90; ft=3; p=0,272 and cement: KW:4,61; ft=3; p=0,202). The Wilcoxon Signed Rank Test, used to compare microleakage data of enamel and cement, in each polymerization method, indicated a significant difference in the groups 1, 2 and 4. It was concluded that the different methods of polymerization did not affect marginal microleakage of composite resin restorations.

UNITERMS

Dental leakage; composite resins; polymerization, comparative study

REFERÊNCIAS

1. Amaral CM, De Castro AK, Pimenta LA, Ambrosano GM. Influence of resin composite polymerization techniques on microleakage and microhardness. *Quintessence Int.* 2002; 33(9): 685-9.
2. Asmussen E.; Peutzfeldt A. Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. *J Dent Res.* 2001; 80(6):1570-3.
3. Burgess JO, Walker RS, Porche CJ, Rappold AJ. Light curing—an update. *Compend Contin Educ Dent.* 2002; 23(10): 889-906.
4. Carvalho JC. Influência da configuração e do bisel em esmalte bovino, nos preparos cavitários classe V, para restaurações de resina composta compactável: estado da infiltração marginal. [Tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos; 2001, 167f.
5. Davidson CL, De Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stress by flow in dental composites. *J Dent Res.* 1984; 63(2): 146-8.
6. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent.* 1997; 25(6):435-40.
7. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.* 1987; 66(11): 1636-9.
8. Góes MF. Materiais e técnicas restauradoras. Como escolher e aplicar materiais dentários. In: *Dentística/Laser – Atualização na clínica odontológica.* São Paulo: Artes Médicas; 2001. 476 p.
9. Goracci G, Giovanni M, Martinis LC. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. *Quintessence Int.* 1996; 27(5): 355-62.
10. Hackman ST, Pohjola Rm, Rueggeberg FA. Depths of cure and effect of shade using pulse-delay and continuous exposure photo-curing techniques. *Oper Dent.* 2002; 27(6): 593-9.
11. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of class V resin composite restorations affected by increased flexibility. *J Dent Res.* 1990; 69(6): 1240-3.
12. Lutz F, Krejci I, Barbakow F. Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. *Dent Mater.* 1991; 7(2): 107-13.
13. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without “soft-start-polymerization”. *J Dent.* 1997; 25(3-4): 321-30.
14. Retief DH, Woods E, Jamison HC. The effect of cavosurface treatment on marginal leakage in class V composite resin restorations. *J Prosthet Dent.* 1982; 47: 496-501.
15. Sá DN, Gabrielli F. Estudo da infiltração marginal em restaurações com amálgama. Efeito de liga, verniz e brunidura. *Rev. Fac Farm Odontol Ribeirão Preto.* 1979; 16(1): 53-62.
16. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E. Soft-start polymerization and marginal gap formation *in vitro.* *Am J Dent.* 2001; 14(3): 145-7.
17. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E. Effect of pulse-delay curing on *in vitro* wall-to-wall contraction of composite in dentin cavity preparations. *Am J Dent.* 2001; 14(5): 295-6.
18. Silva EV, Araújo PA, Francisconi PAF. Adaptação marginal e dureza de resinas compostas. Influência de métodos de fotoativação: avaliação da adaptação com moldes de elastômeros. *Rev FOB.* 2002; 10(1): 7-16.
19. Teixeira SC. Avaliação da microinfiltração marginal em restaurações de classe V em resina composta em dentes bovinos – Efeito de diferentes equipamentos para preparos cavitários e sistemas adesivos [Tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos; 2000, 223f.
20. Tonami K, Takahashi H, Nishimura F. Effect of frozen storage and boiling on tensile strength of bovine dentin. *Dent Mater J.* 1996; 15(2):205-11.
21. Walter, L.R.F.; Hokohama, N. Um novo aparelho de perfuração destinado ao estudo dos materiais odontológicos. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1976; 30(2): 77-8.
22. Yap AUJ, Seneviratne C. Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. *Oper Dent.* 2001; 26(5): 460-6.
23. Yap AU, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper Dent.* 2001; 26(3): 260-6.
24. Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. A light curing method for improving marginal sealing and cavity wall adaptation of resin composite restorations. *Dent Mater.* 2001; 17(4): 359-6.

Recebido em: 04/10/2004

Aprovado em: 14/04/2005

Lia Alves da Cunha
 Rua Benjamin Manoel Amarante – 72
 Jardim das Colinas
 e-mail:liaalves@hotmail.com
 Tel:(12) 39219790
 São José dos Campos – SP
 12242-071