

Efeito da Aplicação de Adesivos de 2 Passos e Autocondicionantes Fotoativados por Luz Halógena ou LED na Microinfiltração Marginal: Estudo In Vitro

Effect of 2-step/self-each Bond System and Halogen Light or LED on the Microleakage: In Vitro Study

Guilherme J. P. L. OLIVEIRA¹, Camila C. FOGGI², Marcos A. B. SILVA³, João A. C. SOUZA⁴, José I. L. REIS⁵, Lucineide M. SANTOS⁶

1 - Mestre e pós-graduando (doutorado) em Periodontia- Foar/Unesp;

2 - Graduanda em Odontologia- Foar/Unesp;

3 - Mestre e pós-graduando (doutorado) em Materiais Dentários- Fop/Unicamp;

4 - Mestre em Periodontia e pós-graduando (doutorado) em Implantodontia- Foar/Unesp;

5 - Professor adjunto da disciplina de Dentística Restauradora- Fofal/Ufal;

6 - Professora adjunta da disciplina de Odontopediatria- Fofal/Ufal

RESUMO

O objetivo desse estudo foi analisar a efetividade de sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes, e de diferentes métodos de fotoativação para redução da microinfiltração marginal. Foram utilizados 48 dentes incisivos bovinos nesse estudo. Os dentes foram divididos em quatro grupos de 12 amostras de acordo com o tipo de adesivo ou método de fotoativação utilizado: Grupo 1- Sistema adesivo de passos fotoativados por luz halógena com intensidade de 700 mW/cm² Grupo 2 - Sistema adesivo de dois passos fotoativados pelo LED com intensidade de 470 mW/cm²; Grupo 3 - sistema adesivo autocondicionante fotoativados por luz halógena; Grupo 4 - Sistema adesivo autocondicionante fotoativados por LED. Uma resina composta nanoparticulada foi utilizada para restaurar todas as cavidades. Em seguida, os grupos foram submetidos ao tratamento de ci-

clagem térmica e foram colocados por 24 horas em solução de azul de metileno. A microinfiltração foi avaliada de acordo com o grau de penetração do corante na interface dente-restauração. Para análise estatística, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis complementado pelo teste de Mann-Whitney, no nível de 5% de significância. O grupo 1 apresentou estatisticamente menores índices de microinfiltração marginal que o grupo 2 na parede oclusal ($p < 0.05$) e os grupos 1 e 4 apresentaram menores graus de microinfiltração marginal que o grupo 2 na parede cervical ($p < 0.05$). A aplicação do sistema adesivo de dois passos associado a polimerização com luz halógena promoveram os menores graus de microinfiltração marginal.

PALAVRAS-CHAVES: Adesivos dentinários, cura luminosa de adesivos dentários, falha de restauração dentária.

INTRODUÇÃO

A aplicação de sistemas adesivos revolucionou a abordagem de restaurações em odontologia proporcionando a confecção de preparos cavitários mais conservadores e a produção de trabalhos estéticos mais favoráveis^{1,2}. Esse avanço na dentística restauradora se deve à descoberta do condicionamento ácido³ e associação de adesivos hidrofóbicos e hidrofílicos que permitem a adesão de resinas compostas aos diferentes substratos do tecido dentário⁴.

Entretanto, tem sido verificada em restaurações com resinas compostas a existência de microinfiltrações marginais, que representa a passagem de fluidos na interface dente-restauração, servindo também como nicho para a colonização bacteriana⁵. A microinfiltração marginal interfere diretamente na longevidade das restaurações já que predispõe a ocorrência de cáries secundárias, mudança na cor das resinas e sensibilidade dentinária^{1,5}, sendo que a contração de polimerização associada à tensões que este processo gera na frágil interface dente-restauração, é considerada a principal responsável na formação das fendas marginais⁶.

Os métodos para reduzir ou impedir a formação de fendas marginais tem sido o foco atual de pesquisa em vários estudos^{1,7-10}

onde modificações no método de fotoativação⁸, nas técnicas de inserção das resinas nos preparos cavitários¹¹, nos tipos de fotopolimerizadores¹¹, nas ferramentas utilizadas para os preparos das cavidades² e diferentes sistemas adesivos¹² tem sido aplicados para esta finalidade.

Os sistemas adesivos são compostos por ácido condicionante, um adesivo hidrofílico e um adesivo hidrofóbico, que a princípio eram aplicados separados e sequencialmente, preparando o tecido dentário para posterior inserção de resinas compostas^{4,13,14}. Os adesivos autocondicionantes de um passo surgiram no mercado com o intuito de se reduzir os passos na aplicação do sistema adesivo, pois de uma única vez, se aplicam os três produtos desse sistema, simplificando a técnica e reduzindo os erros inerentes à mesma, proporcionando teoricamente, a redução das microinfiltrações marginais¹⁴⁻¹⁶.

Associado a isso, outro fator que merece destaque é a fonte de luz emissora utilizada para polimerizar as resinas compostas^{7,11,17-19}. A luz halógena é a fonte de luz mais tradicionalmente utilizada para esta finalidade, por representar uma fonte de baixo custo que proporciona um adequado grau de conversão das re-

sinas compostas¹⁸. Porém, esta fonte gera propagação de calor, já que a mesma produz fótons de vários comprimentos de ondas que não participam da conversão polimérica dos monômeros resinosos^{17,18}. Esse fato propulsionou a aplicação da luz emitida diodo (LED) para polimerização das resinas compostas, pois esta fonte emite luz de comprimento de onda específico para a ativação da canforoquinona^{11,18}, que é o principal fotoativador da maioria das resinas compostas¹⁹, reduzindo dessa forma a geração de calor que aumentaria a contração de polimerização e, consequentemente, as microinfiltrações marginais⁷.

Devido às limitadas informações sobre a influência de diferentes adesivos e fotopolimerizadores sobre a interface dente-restauração, o objetivo desse estudo foi analisar a efetividade de sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes, e de diferentes métodos de fotoativação para obter a redução da microinfiltração marginal.

MATERIAL E MÉTODO

Quarenta e oito dentes incisivos bovinos foram extraídos, limpos e armazenados em soro fisiológico a 37°C antes do início da pesquisa. Os dentes foram submetidos à profilaxia com pedra pomes e água com o auxílio de uma escova de Robinson montada em contra-ângulo. Posteriormente a isso, os mesmos foram analisados em Lupa Estereoscópica com aumento de 20x para detecção de possíveis trincas ou alterações estruturais, que caso presentes impossibilitaria o uso desse dente na pesquisa.

Os ápices dos dentes foram vedados com resina acrílica autopolimerizável (Artigos Odontológicos Clássico Ltda – São Paulo - SP). Os preparos cavitários foram executados na região cervical da face vestibular, com turbina em alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), sob refrigeração, com fresas diamantadas que eram substituídas a cada 5 preparos (KG Sorensen 1090, Barueri, São Paulo, Brasil). Um “stop” de resina acrílica foi fixado a 2 mm da extremidade da ponta ativa dessas fresas, padronizando as cavidades quanto a sua profundidade. Ao término do preparo, as cavidades possuíam formas retangulares medindo 5 mm no sentido méso-distal, 3 mm no cervico-incisal e 2 mm de profundidade e ângulo cavossuperficial em esmalte.

Os dentes foram divididos em quatro grupos de 12 amostras de acordo com o tipo de adesivo ou método de fotoativação utilizado: Grupo 1- Sistema adesivo convencional Single Bond 2 (3M/ESPE, St. Paul, MN, USA), fotoativadas por luz halógena com intensidade de 700 mW/cm² (Optilight Digital - Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil); Grupo 2 - Sistema adesivo convencional Single Bond 2 fotoativados pelo LED com intensidade de 470 mW/cm² (Optilight LD II - Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil); Grupo 3 – sistema adesivo autocondicionante Adper Prompt (3M/ESPE, St. Paul, MN, USA), fotoativados por luz halógena; Grupo 4 - Sistema adesivo autocondicionante Adper Prompt, fotoativados por LED. A resina composta nanoparticulada Filtek Supreme (3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) foi utilizada para restaurar todas as cavidades, sendo que a mesma foi inserida nos preparos em 3 incrementos.

As amostras foram submetidas ao procedimento de acabamento com disco Soflex (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) de granulação decrescente e polimento com discos de feltro de forma circular sem refrigeração à água, embebidos em pasta Diamond Excel (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) e Diamond R (FGM,

Joinville, Santa Catarina, Brasil) e fixados em contra-ângulo (Dabi Atlant, Brasil). Em cada granulação de pasta utilizou-se um disco de feltro novo com intuito de evitar a mistura das pastas com granulações diferentes em um mesmo disco. Após o acabamento e polimento das restaurações, os dentes foram isolados com uma camada de Araldite e duas camadas de esmalte de unha (Colorama®, São Paulo-SP, Brasil).

Em seguida, os grupos foram submetidos ao tratamento de ciclagem térmica (MSCT – 3 Plus, São Carlos, SP, Brasil) por 10000 ciclos, passando por banhos nas temperaturas de 5°C e 55°C. Em cada temperatura, as amostras permaneceram 15 segundos, totalizando 30 segundos por ciclo e foram colocados por 24 horas em solução de azul de metileno.

Logo após, os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual com uma máquina de corte Isomet 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, USA). Após o seccionamento dos dentes, as secções foram lixadas com lixas d'água de granulação de 350, 600 e 1200, obtendo secções de aproximadamente 100µm, para serem analisadas em microscópio de luz polarizada.

As secções foram avaliadas para a verificação da fenda e microinfiltração na interface compósito/estrutura dental. A leitura foi efetuada em duas hemi-secções, sendo considerada a interface onde a formação da fenda e microinfiltração foi mais severa atribuindo os escores de 0 a 3 para a parede oclusal e cervical separadamente. Os escores utilizados foram: escore grau 0 - sem penetração do corante; escore grau 1- formação de fenda com microinfiltração até a metade ou aquém da profundidade da restauração; escore grau 2- formação de fenda com microinfiltração ao longo da parede oclusal ou cervical sem envolvimento da parede axial; escore grau 3- formação de fenda com microinfiltração ao longo da parede oclusal ou cervical com envolvimento da parede axial. Para análise estatística, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis complementado pelo teste de Mann-Whitney, no nível de 5% de significância com o software Biostat 5.0 (Belém-PA, Brasil).

RESULTADOS

Na tabela 1, pode-se observar os scores de infiltração marginal de acordo com os grupos experimentais na parede oclusal. Observa-se que o grupo 1 foi o que apresentou menores índices de scores de microinfiltração marginal que os outros grupos, onde 75% das restaurações com adesivo Single Bond fotoativados por luz halógena apresentaram escore 0 de microinfiltração. A análise estatística determinou que o grupo 1 apresentou estatisticamente menores índices de microinfiltração marginal que o grupo 2 (p<0.05).

Tabela 1 - Resultados da microinfiltração (em scores e porcentagem) na parede oclusa

Escore	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4	
	n	%	n	%	n	%	n	%
0	9	75,0	3	25,0	6	50,0	6	50,0
1	0	0,0	3	25,0	0	0,0	4	33,4
2	1	8,3	2	16,7	2	16,7	1	8,3
3	2	16,7	4	33,3	4	33,3	1	8,3
Total	12	100,0	12	100,0	12	100,0	12	100,0

Na tabela 2 são apresentados os resultados da microinfiltração (em scores e porcentagem) na parede cervical. Pode-se observar que o grupo 1 apresentou novamente a maior incidência de amostras sem penetração de corante. Estatisticamente, os grupos 1 e 4 apresentaram menores graus de microinfiltração marginal que o grupo 2 ($p < 0.05$).

Tabela 2 - Resultados da microinfiltração (em escores e porcentagem) na parede cervical.

Escore	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4	
	n	%	n	%	n	%	n	%
0	8	66,7	2	16,7	7	58,4	7	58,3
1	1	8,3	2	16,7	0	0,0	2	16,7
2	0	0,0	3	25,0	1	8,3	2	16,7
3	3	25,0	5	41,6	4	33,3	1	8,3
Total	12	100,0	12	100,0	12	100,0	12	100,0

DISCUSSÃO

A busca pela simplificação dos sistemas adesivos bem como os melhores métodos de polimerização dos mesmos tem sido o foco da odontologia restauradora para aperfeiçoar os procedimentos restauradores e aumentar a previsibilidade das restaurações adesivas^{9,11,14,20,21}. Estudos *in vitro* com dentes bovinos para avaliação de microinfiltração marginal são uma abordagem clássica para essa finalidade, já que os dentes bovinos apresentam composição química e estrutural que os dentes humanos^{1,18}.

De acordo com os resultados desse estudo, foi verificado que o nível de microinfiltração marginal foi maior na parede cervical que na parede oclusal independente do tipo de tratamento aplicado, fato esse que já foi verificado em outros estudos^{2,22,23}. Porém, em alguns desses estudos o término do preparo era em tecido dentinário ou cementário que apresenta menor retentividade dos sistemas adesivos que os esmalte dentário^{22,23}. Porém, esse tipo de explicação biológica não se aplicada em nosso estudo pois o término dos preparos foram executados em esmalte dentário. Entretanto, com a proximidade do preparo cavitário da junção amelocementária ocorre uma redução da espessura do esmalte dentário²⁴, o que pode ter aumentado a microinfiltração na parede cervical da interface dente-restauração.

Outro achado em nosso estudo foi que a aplicação do adesivo Singer Bond 2 (Adesivo de dois passos) apresentou menores resultados de microinfiltração marginal quando o mesmo foi fotopolimerizado com o aparelho de luz halógena, tanto na parede cervical como na parede oclusal em relação ao LED. A utilização do LED tem sido proposta devido ao seu longo tempo útil de vida¹¹, o menor aquecimento gerado⁹ e sua alta capacidade de polimerização de resinas compostas devido ao seu espectro de luz ser altamente absorvido pela canforoquinona que é o principal fotoiniciador presente em resinas compostas e sistemas adesivos¹⁹. Foi observado que o LED promove uma alta capacidade de conversão dos monômeros em polímeros causando uma maior microdureza que resinas polimerizadas com luz halógena¹⁹. Porém, ao avaliar o efeito do LED sobre a microinfiltração, os resultados são conflitantes, aonde foram observados resultados equivalentes ou piores que com a utilização da

luz halógena^{10,25,26}. Um estudo que avaliou o grau de conversão de sistemas adesivos comparando a luz halógena com o LED encontrou uma maior quantidade de monômeros não reativos após utilização do LED²⁵. Esses autores explicam esse fato citando que a rápida polimerização fornecida pelo LED foram cadeias poliméricas curtas que são facilmente solubilizadas, e dessa forma esse fato pode explicar os resultados de microinfiltração no grupo em que o LED foi utilizado pela polimerizar os adesivos de dois passos.

Também foi verificado em nosso estudo, que a aplicação dos adesivos autocondicionantes na parede cervical apresentou menores resultados de microinfiltração em relação ao sistema adesivo de dois passos quando a unidade de luz fotopolimerizadora utilizada foi o LED. Estudos que verificaram uma menor microinfiltração com os sistemas autocondicionantes afirmam que esses sistemas tornam a técnica de aplicação dos sistemas adesivos mais simples²⁷, e é provável que esse fato explique os resultados apresentados em nosso estudo. Outro fato que reforça nossos achados é que profissionais menos experientes apresentam maior facilidade ao utilizar o sistema adesivo autocondicionante^{20,27}, confirmando diretamente os resultados em nosso estudo já que o operador responsável de executar os procedimentos restauradores apresentava pouca experiência clínica (Menos de 5 anos). Entretanto, a utilização de adesivos autocondicionantes promovem uma menor retentividade ao esmalte dentário, pois o ácido não penetra adequadamente para formação das microporosidades que oferecem a retenção mecânica dos sistemas adesivos ao esmalte dentário²³, dessa forma, os sistemas adesivos de dois passos tem demonstrado melhores resultados na maioria dos estudos^{4,15,23}, sendo provável que com o maior treinamento técnico do operador a tendência é que os adesivos de dois passos apresentem melhores resultados.

De acordo com os resultados obtidos e a metodologia aplicada, pode-se concluir que a aplicação da luz halógena e adesivo de dois passos produziram os menores graus de microinfiltração marginal

REFERÊNCIAS

- Almeida KGB, Scheibe KGBA, Oliveira AEF, Alves CMC, Costa JF. Influence of human and bovine substrate on the microleakage of two adhesive systems. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(2):92-6.
- Yaman BC, Guray BE, Dorter C, Gomeç Y, Yagcioglu O, Erdilek D. Effect of the erbium:yttrium-aluminum-garnet laser or diamond bur cavity preparation on the marginal microleakage of class V cavities restored with different adhesives and composite systems. *Lasers Med Sci.* 2012;27(4):785-94.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.
- Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J. Recent advances in the theory and mechanism of adhesive resin bonding to dentin: A critical review. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater.* 2009;88B(2):558-78.
- Kasraei S, Azarsina M, Majidi S. In vitro comparison of microleakage of posterior resin composites with and without liner using two-step etch-and-rinse and self-etch dentin adhesive systems. *Oper Dent.* 2011;36(2):213-21.
- Lindberg A, van Dijken JW, Horstedt P. Interfacial adaptation of a Class II polyacid-modified resin composite/resin composite laminate restoration in vivo. *Acta Odontol Scand.* 2000;58(2):77-84.

07. Cekic-Nagas I, Egilmez F, Ergun G. The effect of irradiation distance on microhardness of resin composites cured with different light curing units. *Eur J Dent.* 2010;4(4):440-6.
08. Dall'Magro E, Correr AB, Costa AR, Correr GM, Consani RL, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Effect of different photoactivation techniques on the bond strength of a dental composite. *Braz Dent J.* 2010;21(3):220-4.
09. Mousavinasab SM, Meyers I. Comparison of Depth of Cure, Hardness and Heat Generation of LED and High Intensity QTH Light Sources. *Eur J Dent.* 2011;5(30):299-304.
10. Santos RE, Lima AF, Soares GP, Ambrosano GM, Marchi GM, Lovadino JR, Aguiar FH. Effect of preheating resin composite and light-curing units on the microleakage of Class II restorations submitted to thermocycling. *Oper Dent.* 2011;36(1):60-5.
11. Silva MAB, Oliveira GJPL, Tonholo J, Silva Júnior JG, Santos LM, Reis JIL. Effect of the insertion and polymerization technique in composite resin restorations: analysis of marginal gap by atomic force microscopy. *Microsc Microanal.* 2010;16(6):779-84.
12. Khosravi K, Ataei E, Mousavi M, Khodaeian N. Effect of phosphoric acid etching of enamel margins on the microleakage of a simplified all-in-one and a self-etch adhesive system. *Oper Dent.* 2009;34(5):531-6.
13. Chiba, Y, Yamaguchi, K, Miyazaki, M, Tsubota, K, Takamizawa, T, Moore, B.K. Effect of air-drying time of single-application self-etch adhesives on dentin bond strength. *Oper Dent.* 2006;31(2):233-9.
14. Pushpa R, Suresh BS. Marginal permeability of one step self-etch adhesives: Effects of double application or the application of hydrophobic layer. *J Conserv Dent.* 2010;13(3):141-4.
15. Borges MA, Matos IC, Dias KR. Influence of two self-etching primer systems on enamel adhesion. *Braz Dent J.* 2007;18(2):113-8.
16. Waldman GL, Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J. Microleakage and Resin-to-Dentin Interface Morphology of Pre-Etching versus Self-Etching Adhesive Systems. *Open Dent J.* 2008;28(2):120-5.
17. Hasler C, Zimmerli B, Luss A. Curing capability of halogen and LED light curing units in deep class II cavities. *Oper Dent.* 2006;31(3):354-63.
18. Carvalho FA, Almeida RC, Almeida MA, Cevidanes LH, Leite MC. Efficiency of light-emitting diode and halogen units in reducing residual monomers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(5):617-22.
19. Aguiar FH, Georgetto MH, Soares GP, Catelan A, Dos Santos PH, Ambrosano GM, Figueroba SR, Lovadino JR. Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *J Esthet Restor Dent.* 2011;23(2):106-14.
20. Giachetti L, Russo DS, Bambi C, Nieri M, Bertini F. Influence of operator skill on microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *J Dent.* 2008;36(1):49-53.
21. Geerts S, Seidel L, Albert AI, Gueders AM. Microleakage after thermocycling of three self-etch adhesives under resin-modified glass-ionomer cement restorations. *Int J Dent.* 2010;2010:728453. Epub 2010 Jun 6.
22. Phair CB, Fuller JL. Microleakage of composite resin restorations with cementum margins. *J Prosthet Dent.* 1985;53(3):361-4.
23. Attar N, Korkmaz Y, Ozel E, Bicer CO, Firatli E. Microleakage of Class V Cavities with Different Adhesive Systems Prepared by a Diamond Instrument and Different Parameters of Er:YAG Laser Irradiation. *Photomed Laser Surg.* 2008;26(6):585-91.
24. Wang C, Li Y, Wang X, Zhang L, Tiantang, Fu B. The enamel microstructures of bovine mandibular incisors. *Anat Rec.* 2012;295(10):1698-706.
25. Moreira FCL, Antoniosi Filho NR, Souza JB, Lopes LG. Sorption, solubility and residual monomers of a dental adhesive cured by diferente light-curing units. *Braz Dent J.* 2010;21(5):432-8.
26. Marchan SM, White D, Smith WA, Raman V, Coldero L, Dhuru V. Effect of reduced exposure times on the microhardness of nanocomposites polymerized by QTH and second-generation LED curing units lights. *Oper Dent.* 2011;36(1):98-103.
27. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bertini F, Pierleoni F, Nieri M. Effect of operator skill in relation to microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *J Dent.* 2007;35(4):289-93.

ABSTRACT

The aim of this research was to analyze the effectiveness of conventional and self-etching bonding systems and different curing methods for reduction of marginal microleakage. 48 bovine incisor teeth were used in this study. The teeth were divided into four groups of 12 samples according to the type of adhesive system or curing method used: Group 1- Two-step bonding system photoactivated by halogen light with intensity of 700 mW/cm²; Group 2- Two-step bonding system photoactivated by LED with 470 mW/cm² of intensity; Group 3 – Self etch bonding system photoactivated by halogen light; Group 4- Self etch bonding system photoactivated by LED. A nanofilled composite resin was used to restore all the cavities. Then the groups were subjected to thermal cycling

treatment and were placed for 24 hours in a methylene blue solution. The microleakage was assessed according to the degree of penetration of the colorant in tooth-restoration interface. For statistical analysis, the non-parametric Kruskal Wallis test complemented by Mann-Whitney were used with 5 % level of significance. The Group 1 showed lower marginal microleakage than Group 2 on occlusal wall ($p < 0.05$). Additionally, appears and the groups 1 and 4 had smaller degrees of marginal microleakage that the cervical wall 2 Group ($p < 0.05$). The application of two-step bonding system associated with the polymerization by halogen light promoted the lowest degrees of marginal microleakage.

KEYWORDS: Dentin-bonding agents, light-curing of dental adhesives, dental restoration failure.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Guilherme José Pimentel Lopes de Oliveira
Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP
Departamento de Diagnóstico e Cirurgia

Rua Humaitá, 1680. CEP 14801-903, Araraquara, SP, Brazil
Telefone: (16) 3301-6369
email: guioliveiraodonto@hotmail.com.