

Avaliação da infiltração marginal em restaurações com compósitos à base de metacrilato e à base de silorano

Evaluation of marginal leakage on restorations of methacrylate and silorane-based composites

Fabianni Magalhães Apolônio*

Maria do Socorro Guanabara Ramalho**

Lidiane Costa de Souza**

Felipe Coelho Lima***

Lidiany Karla Azevedo Rodrigues****

Vicente de Paulo Aragão Saboia****

Resumo

Objetivo: O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar o nível de infiltração marginal em restaurações realizadas com sistemas restauradores à base de metacrilato e à base de silorano. Materiais e método: Cavidades classe V em forma de caixa (4 x 4 x 2mm) foram preparadas na junção cimento-esmalte nas faces vestibular, lingual, mesial e distal com margens em esmalte e dentina de vinte molares humanos hígidos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos e restaurados da seguinte forma: Grupo 1 (G1) – Clearfil SE, aplicado segundo as instruções do fabricante e restaurado com resina composta Filtek Z250, e Grupo 2 (G2) – P90 Bond, aplicado segundo as instruções do fabricante e restaurado com resina composta Filtek P90. Resina composta foi aplicada em incremento único e fotopolimerizada por 40s. Os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno a 2% por 4h e seccionados longitudinalmente no centro da restauração. A penetração de corante na interface adesiva foi avaliada usando-se lupa esterioscópica e escores de 0 a 3 foram atribuídos às margens de esmalte e dentina. A significância dos dados foi analisada utilizando-se os testes estatísticos Kruskal Wallis e Student-Newman-Keuls. Resultados: Não houve diferença estatística entre os dois sistemas restauradores testados tanto nas margens de dentina ($P = 0,19$) quanto nas margens de esmalte ($P = 0,97$). Conclusão: Não houve diferença na capacidade seladora dos materiais restauradores testados.

Palavras-chave: Infiltração dentária. Adesivos dentinários. Resinas compostas.

Introdução

As resinas compostas são foco constante de inovações que aprimoram a sua composição química e as técnicas de utilização, ampliando o seu uso na odontologia¹. A maioria dos compósitos usados atualmente é formada à base de metacrilatos. Esses materiais formam sua cadeia polimérica pela substituição dos espaços de van der Waals por ligações covalentes mais curtas². Isso causa um efeito adverso denominado “contração de polimerização”, que gera estresse na interface de união, podendo provocar desajustes nas margens da restauração³, infiltrações, dores pós-operatórias e cárie secundária, todos diminuindo a longevidade da restauração⁴.

Clinicamente, alguns meios são utilizados para minimizar os efeitos das tensões de polimerização, como o uso de fotopolimerizadores de intensidade de luz variável e o emprego da técnica de inserção incremental para diminuir os efeitos do fator-C das cavidades, já que usando esta técnica o volume de compósito e a área de paredes aderidas são menores. Porém, essas medidas podem consumir muito tempo clínico⁵ e não eliminam completamente os efeitos da contração de polimerização. Na tentativa de buscar novos materiais que atendam a essas necessidades clínicas, foram feitas modificações na formulação dos materiais, como o aumento da quantidade de partículas de carga, aumento do peso mo-

* Doutoranda em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

** Mestrando em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

*** Graduando em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

**** Professor Associado ao Departamento de Dentística Restauradora, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

lecular dos monômeros resinosos, bem como o uso destes monômeros em forma de anel⁶.

Recentemente, foi desenvolvida uma nova resina, que apresenta baixa contração de polimerização (Filtek P90, 3M ESPE). Esta resina tem em sua composição o siloxano, conseguido a partir da união de siloxanos e oxiranos, em substituição ao metacrilato⁶. Esse material apresenta a combinação de duas grandes vantagens de seus componentes individuais: baixa contração de polimerização, promovida pela abertura do anel do monômero de oxirano, e aumento da hidrofobia em razão da presença do siloxano⁷. A diferente forma de apresentação dos monômeros dessa matriz, em forma de anel, permite que a contração após a polimerização fique abaixo de 1% do volume do material, em contraste com as resinas à base de metacrilatos, nas quais a contração varia de 2 a 5%².

O objetivo deste estudo laboratorial foi avaliar o desempenho de um sistema resinoso convencional e um de baixa contração de polimerização nas margens de esmalte e dentina de restaurações Classe V com alto fator C.

Materiais e método

Vinte molares humanos hígidos, recém-extraídos, sem falhas, trincas ou restaurações prévias foram selecionados para este estudo. Por se tratar do uso de dentes humanos, este projeto foi submetido às normas do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, sendo aprovado sob o nº 278/10. Em cada dente, uma cavidade Classe V padronizada (4 mm de largura, 4 mm de espessura e 2 mm de profundidade) foi preparada usando-se uma ponta diamantada #2131 (KG Sorensen, São Paulo - SP, Brasil) em alta velocidade sob refrigeração. As cavidades foram preparadas na junção cimento-esmalte nas faces vestibular, lingual, mesial e distal com margem oclusal em esmalte e cervical em dentina. A profundidade do preparo foi mensurada com sonda periodontal, e um paquímetro digital (Mitutoyo, Tóquio, Japão) foi usado para averiguar a largura e espessura da cavidade.

Os dentes foram divididos em dois grupos: Grupo 1 (G1) – restaurado utilizando sistema adesivo autocondicionante de dois passos Clearfil SE Bond (Tab. 1), aplicado de acordo com as recomendações do fabricante, e resina composta à base de metacrilato Filtek Z250; Grupo 2 (G2) – restaurado com sistema adesivo autocondicionante de dois passos P90 Bond (Tab. 1), aplicado segundo as recomendações do fabricante, resina composta à base de siloxano Filtek P90. As restaurações foram confeccionadas em incremento único e polimerizadas com aparelho fotopolimerizador (Eliopar Freelight 2, ESPE, St. Paul, MN, EUA) com intensidade de luz de 650 mW/cm² por 40s. Todas as restaurações receberam polimento e acabamento com discos de óxido de alumínio (Sof-Lex, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA).

Os ápices dos dentes foram selados com cera pegajosa (Technew Indústria, São Paulo - SP, Brasil) e as superfícies externas, com exceção da região de 1 mm além das margens da restauração, foram isoladas com duas camadas de esmalte para unhas (Risqué/Niasi, São Paulo - SP, Brasil). O dente foi imerso em solução de azul de metileno a 2% por 4h e lavado em água corrente por 10min. Os espécimes foram, então, seccionados no centro da restauração com discos diamantados de dupla face em baixa velocidade (KG Sorensen, São Paulo - SP, Brasil) sob irrigação. A profundidade de penetração do corante nas secções foi avaliada usando-se lupa estereoscópica (Leica Zoom 2000, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemanha) com aumento de vinte vezes.

Dois avaliadores examinaram as secções e mensuraram a infiltração através de escores. A penetração do corante na interface dente/restauração foi avaliada tanto nas margens de dentina quanto nas de esmalte, obedecendo a uma escala de 0 a 3, sendo: 0 = sem microinfiltração; 1 = penetração do corante menor que ½ da parede lateral; 2 = penetração do corante maior que ½ da parede lateral; 3 = penetração do corante presente na parede axial.

Os dados encontrados foram analisados usando-se os testes estatísticos Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls separadamente nas margens de esmalte e dentina, considerando um nível de significância de 5%.

Tabela 1 - Composição e modos de aplicação dos sistemas adesivos testados segundo as informações dos fabricantes

Material e fabricante	Composição	Recomendações do fabricante
Clearfil SE Bond (Kuraray Co. LTD., Osaka, Japan)	Primer: MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, canforoquinona, N/N-dietanol toluidina e água. Bond: MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, canforoquinona, N/N-dietanol p-toluidina e sílica coloidal silanizada	Primer: Aplicar na superfície dental por 20s. Evaporar os ingredientes voláteis com leve jato de ar. Adesivo: Aplicar na superfície dental. Expor a um leve jato de ar. Fotopolimerizar por 10s.
P90 Bond (3M ESPE – St Paul, MN, EUA)	Primer: Metacrilatos fosfatados, copolímero do Vitrebond, Bis-GMA, HEMA, álcool, partículas de sílica tratadas com silano, estabilizadores, canforoquinona Bond: Dimetacrilato hidrofóbico, metacrilatos fosfatados, TEGDMA, partículas de sílica tratadas por silano, canforoquinona, estabilizadores	Primer: Aplicar na superfície dental e movimentar por 15s. Expor a um leve jato de ar. Fotopolimerizar por 10s. Adesivo: Agitar o frasco. Aplicar na superfície dental. Expor a um leve jato de ar. Fotopolimerizar por 10s.
Filtek Z250 (3M ESPE – St Paul, MN, EUA)	Fase orgânica: Bis-GMA, UDMA, Bis-HEMA Fase inorgânica: partículas de sílica e zircônia Fotoiniciador: Canforoquinona	
Filtek P90 (3M ESPE – St Paul, MN, EUA)	Fase orgânica: Silorano Fase inorgânica: Partículas de quartzo e fluoreto de ítrio Fotoiniciador: Canforoquinona	

Abreviaturas: HEMA = Hidroxietil metacrilato, Bis-GMA = Bisfenol-glicidil-dimetacrilato, MDP = Metacriloiloxidecil dihidrogênio fosfato, UDMA = Uretano dimetacrilato, Bis-HEMA = Bisfenol hidroxietil metacrilato, TEGDMA = Trietil glicol dimetacrilato.

Resultados

Não houve diferença estatística entre os sistemas resinosos testados nas margens de dentina ($P = 0,19$) e nas margens de esmalte ($P = 0,97$), sendo detectada microinfiltração em ambos os materiais e substratos. A frequência e descrição estatística dos escores obtidos são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Frequência dos escores na microinfiltração

Grupos/Escores	Margens em esmalte				Margens em dentina			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Grupo 1	26	11	3	0	15	4	3	14
Grupo 2	25	7	4	1	20	8	0	10

Discussão

A análise da microinfiltração pela penetração de corantes é um método amplamente usado em estudos *in vitro*⁸. As principais vantagens dessa técnica são o baixo custo e a facilidade de aplicação. No entanto, algumas limitações, como a avaliação subjetiva dos resultados⁸ e o baixo peso molecular dos corantes (menor que o peso molecular bacteriano), que permite a infiltração em espaços onde uma bactéria não conseguiria penetrar⁹, exigem que os resultados sejam interpretados com cautela.

O desempenho selador dos sistemas restauradores adesivos é afetado pela configuração da cavidade (fator C), alterações dimensionais do material restaurador relacionadas com a contração de

polimerização e expansão higroscópica, ação das cargas oclusais, capacidade de união ao substrato dental¹⁰ e propriedades químicas e mecânicas da resina composta, como contração volumétrica, módulo de elasticidade e grau de conversão¹¹. A cavidade Classe V empregada neste estudo combinou inserção em incremento único e cavidade com alto fator C, criando o pior cenário clínico possível, que, apesar de não ser um procedimento clinicamente aceitável, representou um grande desafio aos sistemas restauradores. Talvez por esse motivo, todos os sistemas testados, independentemente do substrato dental, mostraram algum nível de microinfiltração.

As resinas compostas à base de silorano possuem um sistema adesivo específico, não sendo recomendado o seu uso com adesivos convencionais à base de metacrilato. Trata-se de um sistema adesivo autocondicionante de dois passos, que contém monômeros hidrofílicos bifuncionais que se ligam à resina hidrofóbica (3M-ESPE). O sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond é amplamente estudado clínica e laboratorialmente, sendo considerado padrão ouro¹²⁻¹⁴, e pode ser usado com qualquer sistema restaurador à base de metacrilato.

Os dados encontrados mostraram que não houve diferença na microinfiltração entre os sistemas resinosos à base de silorano e à base de metacrilato. Provavelmente, o sistema adesivo Clearfil SE Bond tenha produzido uma força de união suficientemente forte para resistir ao estresse de polimerização da resina composta Filtek Z250, que apresenta maior taxa de contração volumétrica que a Filtek P90¹⁵. Nesse caso, a boa performance do adesivo teria promovido o selamento das margens da restauração¹⁰

de maneira tão eficaz quanto o sistema restaurador de baixa contração.

Estudos mostram vantagens quando os materiais à base de silorano são usados, como módulo flexural e tenacidade à fratura relativamente altos⁷, menor valor de contração¹⁶⁻¹⁸ e redução da deflexão das cúspides^{19,20}. Além disso, esse material pode ser aplicado em incrementos horizontais, o que torna sua técnica de aplicação mais fácil. Análise macro-, micro- e nanométricas das propriedades mecânicas da resina composta P90 em comparação com resinas compostas à base de metacrilato mostrou não só que a resina composta P90 revelou boas propriedades mecânicas, comparáveis com a dos outros materiais, como apresentou estabilidade dessas propriedades quando armazenada em diferentes soluções¹⁷.

No entanto, pesquisas anteriores avaliando a microinfiltração nas margens de restaurações dessas resinas são controversas. Alguns estudos^{19,21} mostram que o uso de resina à base de silorano em restaurações Classe V não afetou o desempenho da microinfiltração marginal quando comparados com compósito convencional, o que está de acordo com nossos resultados. Por outro lado, Bagis e colaboradores³ mostraram não haver infiltração de corante nas margens restauradas com sistema restaurador de baixa contração de polimerização. Isso pode ser explicado pelas diferenças metodológicas, já que os autores usaram cavidades Classe II e inserção incremental, o que normalmente já diminui a tensão gerada pela contração de polimerização para qualquer tipo de compósito.

Os resultados deste estudo reforçam a ideia de que o sistema restaurador e a redução da contração por si só não garantem a integridade das margens da restauração²²⁻²⁴. O fato do material não apresentar microinfiltração imediata pode significar que a força de adesão superou a força de contração, no entanto esse fato não deve ser entendido como sucesso clínico absoluto, pois mesmo uma mínima contração de polimerização pode deixar estresses internos no material que se transformariam em falhas na interface adesiva após certo tempo de vida clínica. Estudo recente²⁵ comparando a performance clínica após um ano de materiais de baixa contração de polimerização demonstrou que a redução desta não foi clinicamente significativa, reforçando a ideia de que outros fatores contribuem no desempenho dos materiais restauradores. No entanto, trabalhos com maior tempo de acompanhamento clínico devem ser estimulados, a fim de que se possa avaliar o efeito das modificações na composição das resinas compostas.

Conclusão

Os resultados apresentados neste estudo mostram que o material restaurador à base de silorano não apresentou melhora no selamento marginal das restaurações em comparação com o material restaurador convencional à base de metacrilato.

Abstract

Objective: The objective of this in vitro study was to evaluate marginal leakage level on restorations created by a methacrylate and a silorane-based restorative system. Methods: Standardized box shaped Class V cavities (4x4x2mm) were prepared at the cement-enamel junction on the buccal, lingual, mesial and distal surfaces with margins in enamel and dentin of twenty non-carious human molars. The teeth were randomly divided into two groups and restored as follows: Group 1 (G1) – Clearfil SE applied according to the manufacturer's and restored with composite resin Filtek Z250 and Group 2 (G2) – Silorane adhesive applied according to the manufacturer's and restored with composite resin Filtek Silorane. Composite resin was applied in a bulk increment and polymerized for 40 seconds. The specimens were immersed in 2% methylene blue solution for 4 hours and sectioned longitudinally through the center of the restoration. The dye penetration on the adhesive interface was examined under a stereomicroscope and scored for both dentinal and enamel margins on scores from 0 to 3. Data significance was analyzed by using Kruskal Wallis and Student-Newman-Keuls tests. Results: There was no significant difference between these two different restorative systems for both dentin (P = 0.19), and enamel margins (P = 0.97). Conclusions: There was no difference in sealing ability of the tested restorative materials.

Key words: Dental leakage. Dentin-bonding agents. Composite resins.

Referências

1. Kiremitci A, Alpaslan T, Gurgan S. Six-year clinical evaluation of packable composite restorations. *Oper Dent* 2009; 34(1):11-7.
2. Annelis, VE, De Munck, J, Atsushi, M, Lambrechts, P, Van Meerbeek, B. Does a low-shrinking composite induce less stress at the adhesive interface? *Dent Mater* 2010; 26(3):215-22.
3. Bagis YH, Baltacioglu IH, Kahyaogullari S. Comparing microleakage and the layering methods of silorane-based resin composite in wide Class II MOD cavities. *Oper Dent* 2009; 34(5):578-85.
4. Duarte-Jr, S, Park, JH, Varjão, FM, Sadan, A. Nanoleakage, ultramorphological characteristics, and microtensile bond strengths of a new low-shrinkage composite to dentin after artificial aging. *Dent Mater* 2009; 25(5):589-600.
5. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater* 2005; 21(1):36-42.
6. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005; 21(1):68-74.

7. Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater* 2009; 25(6):810-9.
8. Alani AH & Toh CG Detection of microleakage around dental restorations: A review. *Oper Dent* 1997; 22(4):173-85.
9. Piva E, Martos J & Demarco FF Microleakage in amalgam restorations: Influence of cavity cleanser solutions and anti-cariogenic agents. *Oper Dent* 2001; 26(4):383-8.
10. Costa Pfeifer CS, Braga RR, Cardoso PE. Influence of cavity dimensions, insertion technique and adhesive system on microleakage of Class V restorations. *JADA* 2006; 137(2):197-202.
11. Gonçalves F, Kawano Y, Braga RR. Contraction stress related to composite inorganic content. *Dent Mater* 2010; 26(7):704-9.
12. Van Landuyt K, Mine A, De Munck J, Jaecques S, Peumans M, Lambrechts P, et al. Are one-step adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. *J Adhes Dent* 2009; 11(3):175-90.
13. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesives. *J Adhes Dent* 2007; 9(1):7-10.
14. Proença JP, Polido M, Osorio E, Erhardt MC, Aguilera FS, Garcia-Godoy F et al. Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesives systems. *Dent Mater* 2007; 23(12):1542-8.
15. Monteiro GQ, Montes MA, Rolim TV, Mota CC, Kyotoku BD, Gomes AS et al. Alternative methods for determining shrinkage in restorative resin composites. *Dent Mater* 2011; 27(8):e176-e185.
16. Ernst CP, Meyer GR, Klöcker K, Willershausen B. Determination of polymerization shrinkage stress by means of a photoelastic investigation. *Dent Mater* 2004; 20(4):313-21.
17. Ilie N, Jelen E, Clementino-Luedemann T, Hickel R. Low-shrinkage composite for dental application. *Dent Mater J* 2007; 26(2):149-55.
18. Papadogiannis D, Kakaboura A, Palaghias G, Eliades G. Setting characteristics and cavity adaptation of low-shrinkage resin composites. *Dent Mater* 2009; 25(12):1509-16.
19. Palin WM, Fleming GJ, Burke FJ, Marquis PM, Randall RC. The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater* 2005; 21(9):852-63.
20. Bouillaguet S, Gamba J, Forchelet J, Krejci I, Wataha JC. Dynamics of composite polymerization mediates the development of cuspal strain. *Dent Mater* 2006; 22(10):896-902.
21. Yamazaki PC, Bedran-Russo AK, Pereira PN, Wsift Jr EJ. Microleakage evaluation of a new low-shrinkage composite restorative material. *Oper Dent* 2006; 31(6):670-6.
22. Marchesi G, Breschi L, Antonioli F, Di Lenarda R, Ferracane J, Cadenaro M. Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with different testing systems. *Dent Mater* 2010; 26(10):947-53.
23. Boaro LCC, Gonçalves F, Guimarães TC, Ferracane JL, Versluis A, Braga RR. Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. *Dent Mater* 2010; 26(12):1144-50.
24. Van Ende A, De Munck J, Mine A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Does a low-shrinking composite induce less stress at the adhesive interface? *Dent Mater* 2010; 26(3):215-22.
25. Schmidt M, Kirkevang L, Hørsted-Bindslev P, Poulsen S. Marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite: 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Invest* 2011; 15(2):291-5.

Endereço para correspondência:

Vicente de Paulo Aragão Sabóia
 Rua Gilberto Studart, 770 -
 Apto. 901 - Bairro Cocó
 60.190-750 Fortaleza/CE
 Fones: (85) 8807 4623 e Fax: (85) 3366 8232
 E-mail: vpsaboia@yahoo.com

Recebido: 18.06.2011 Aceito: 01.11.2011