

CÁRIE SECUNDÁRIA OU FALHA NA APLICAÇÃO DE ADESIVOS? INFLUÊNCIA DE NANOPARTÍCULAS RADIOPACAS EM UM SISTEMA ADESIVO EXPERIMENTAL

COCCO, Alexandra Rubin¹; LEAL, Fernanda Barbosa¹; RAMOS, Tatiana Silveira¹; PIVA, Evandro¹, OGLIARI, Fabrício².

¹Universidade Federal de Pelotas-RS, Faculdade de Odontologia, ²Universidade Federal de Pelotas-RS, Faculdade de Engenharia de Materiais.

ogliari@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Muitos estudos tem buscado melhorar as propriedades dos materiais odontológicos, que permitem o restabelecimento da forma e função da estrutura dental. No entanto, as restaurações ainda podem sofrer falhas, como as fendas marginais/infiltração marginal que podem ter como consequência cáries secundárias.

Este diagnóstico é realizado com o auxílio do exame radiográfico que permite a observação de detalhes que não podem ser identificados pelo exame clínico (1,2). Para facilitar a visualização nas radiografias, as demais estruturas anatômicas devem ser diferenciadas através da radiopacidade (3). No entanto, na maioria dos sistemas adesivos disponíveis comercialmente a camada adesiva apresenta-se de forma radiolúcida nas radiografias. O excesso de camadas de adesivo pode confundir-se com cárie secundária, levando a um falso diagnóstico e a substituição de restaurações satisfatórias, com maior desgaste da estrutura dental (1).

A incorporação de nanopartículas radiopacas em um sistema adesivo pode contribuir para a diminuição deste problema, pois radiograficamente seria possível diferenciá-lo de lesões cariosas.

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da incorporação de nanopartículas de óxido de bismuto (BiO), trifluoreto de ytérbio (YbF₃) e dióxido de sílica (SiO₂) na radiopacidade, na resistência de união e no grau de conversão de um sistema adesivo experimental após 24 horas, 6 meses, 1 ano e dois anos.

2 METODOLOGIA

Foi desenvolvido um adesivo modelo o qual foi utilizado como base para demais adesivos experimentais. Esses foram divididos conforme as nanopartículas adicionadas, sendo elas óxido de bismuto (BiO), trifluoreto de ytérbio (YbF₃) e dióxido de sílica (SiO₂) numa proporção de 10% cada. Como controle, foi utilizado um adesivo sem adição de nanopartícula, o qual foi denominado como Resina 0.

Resistência de União

Para a realização do teste de Resistência de união à microtração, foram utilizados 10 dentes bovinos para cada grupo, sendo estes extraídos de animais abatidos em um frigorífico da cidade de Pelotas/RS. Os dentes foram limpos (remoção da raiz e da polpa) e a superfície vestibular foi desgastada até a exposição da dentina. Foi aplicado um gel de ácido fosfórico por 15 segundos, removendo-o pelo mesmo tempo. O excesso de água foi removido com papel absorvente até que a superfície ficasse levemente úmida. O adesivo experimental foi aplicado ativamente por 20 segundos, o solvente removido com jatos de ar, e a fotoativação ocorreu por 20 segundos. Através da técnica incremental foram realizadas restaurações de resina composta de 2mm de espessura (FILTEK Z2503M-ESPE).

Os dentes foram armazenados em água destilada em estufa a 37° C por 24h. Usando uma cortadeira de precisão, cortes seqüenciais foram realizados perpendicularmente à interface adesiva. Corpos de prova com aproximadamente 0.5mm² de área de secção transversal foram obtidos e armazenados até serem submetidos ao teste mecânico. Após cada período de tempo (24h, 6 meses, 1 ano e 2 anos) os palitos foram

fixados num dispositivo para microtração através do adesivo de Cianocrilato (Loctite Super Bonder®, São Paulo, SP, Brasil) de modo que a interface resina/adesivo/dentina permanecesse livre de qualquer contato. O teste da força de adesão foi realizado em uma máquina de Ensaio Universal (EMIC) até a fratura.

Após o teste, os espécimes fraturados foram cuidadosamente removidos do dispositivo de teste e analisados sob microscopia óptica em aumento de 100 e 500 vezes. Os modos de falha foram classificados como falha adesiva, coesiva em dentina, coesiva em resina, coesiva em adesivo ou falha mista.

Grau de Conversão

Através do equipamento de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR, Prestige 21 Shimadzu, Japan), foi realizado o teste de grau de conversão. Os adesivos foram dispensados sobre um cristal de ZnSe e as leituras foram realizadas antes e após 60 segundos de fotopolimerização. Os dados foram tabulados e uma curva ajustada foi preparada por meio de regressão não-linear de parâmetros de Hill 3.

Radiopacidade

Corpos de prova de 5mm de diâmetro e 1mm de espessura de todos os adesivos formulados foram preparados com auxílio de uma matriz. Foi utilizado o aparelho de raio-X digital Dabi-Atlante com um filme periapical com 0,5 segundos de exposição. Os corpos de prova de cada adesivo foram comparados juntamente com um bloco de alumínio de 0,5mm a 5mm de espessura para controle (ISSO 4049). Para calcular a radiopacidade de cada material a imagem radiográfica de um filme convencional foi escaneada e as imagens foram transferidas para o programa Adobe Photoshop (Adobe Systems Incorporated, CA, USA). As médias e o desvio-padrão dos níveis de cinza (densidade de pixels) da escala de alumínio e das amostras foram obtidas em uma área padronizada de 2mm².

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tab.1 mostra os resultados do teste de resistência de união. A análise estatística mostra que não houve diferença entre cargas nanométricas avaliadas ($p > 0,001$). A adição de cargas nanométricas não aumentou os valores de resistência à microtração em todos os períodos de tempo. Isso pode ser explicado com a possibilidade de as nanopartículas terem se aglomerado, ficando em proporções maiores e assim diminuindo a possibilidade de se infiltrarem nos espaços interfibrilares da camada híbrida. O período de armazenamento foi significativo ($p > 0,001$), houve uma diminuição após 6 meses e, após este período a resistência de união manteve-se constante para todos os grupos. Isso acontece na maioria dos adesivos devido possuírem monômero como Bis-GMA, os quais formam redes de polímero que possuem um elo de ligação fraco e com a quebra das ligações ocorre a diminuição da resistência mecânica.

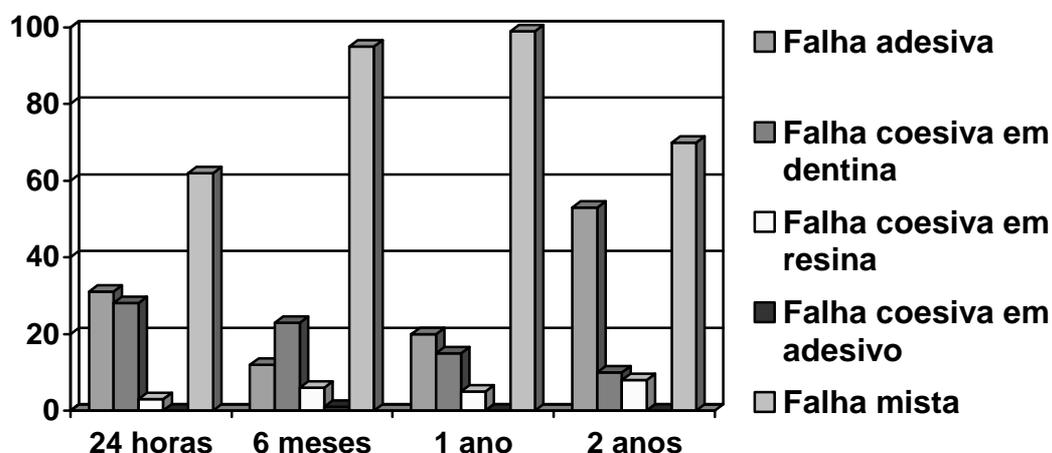
Tabela1. Médias e desvio-padrão (MPa) da resistência de união à microtração

Grupos	24 horas	6 meses	12 meses	24 meses
Ytérbio	37.8(±15.7) ^A	24.4 (±11.5) ^B	29.3 (±10.0) ^B	29.6 (±13.2) ^B
Bismuto	40.6 (±10.5) ^A	26.0 (±9.2) ^B	29.2 (±8.7) ^B	31.1 (±13.3) ^B
Sílica	40.9 (±12.4) ^A	27.8 (±9.1) ^B	32.7 (±6.3) ^B	27.2 (±11.0) ^B
Resina 0	39.1 (±14.4) ^A	24.0 (±9.0) ^B	23.8 (±8.9) ^B	24.1 (±6.1) ^B

Letras maiúsculas distintas na mesma linha indicam diferença para o período de armazenamento. Não houve diferença entre cargas nanométricas avaliadas.

Na Fig. 1 estão ilustrados os resultados das falhas. Existe predominância de falhas mistas em todos os períodos, que pode ocorrer pela irregularidade de distribuição das partículas de carga e diferença na infiltração dos monômeros nas irregularidades da dentina. O aumento e falhas coesivas em dentina na avaliação de 2 anos evidenciam que além da hidrólise do polímero adesivo, o componente colágeno da dentina também pode sofrer degradação hidrolítica ao longo do tempo (4). Este evento tem sido associado com a ativação de metaloproteinases (MMPs) da matriz intrínseca da dentina (5). Além disso, alguns sistemas autocondicionantes continuam desmineralizando a dentina em profundidade após a polimerização (6), criando uma camada não infiltrada ao longo da base da camada híbrida que está propensa a degradação do colágeno pelas MMPs.

Figura 1. Padrão de falhas em 24h, 6 meses, 1 ano e 2 anos.



A nanopartícula com maior radiopacidade foi o trifluoreto de ytérbio, que foi equivalente com o segundo degrau da escala de alumínio. Isso pode ser explicado devido ao número atômico do trifluoreto de ytérbio, pois quanto maior o número, maior a capacidade de refletir ou absorver a luz dos raios X, tendo como resultados uma imagem radiográfica opaca. As demais cargas foram semelhantes à Resina 0 como mostra a Tab. 2. Os resultados do teste de grau de conversão também podem ser vistos na Tab. 2. O grupo Ytérbio foi semelhante à Resina 0 e ambos apresentaram maior grau de conversão quando comparados com o grupo Sílica. O grupo do óxido de bismuto mostrou queda significativa no teste de grau de conversão e os resultados foram estatisticamente menores que os outros grupos. Isso pode ser explicado devido à existência ou não de obstáculos para a passagem de luz, por exemplo, o ytérbio pode ter apresentado uma aparência transparente o que facilitou a passagem da luz, ao contrário do bismuto o qual apresentou-se mais opaco, o que dificultou a passagem da luz.

Tabela 2: Média da radiopacidade e do grau de conversão dos adesivos experimentais.

Nanopartículas	Radiopacidade (mm)	Grau de conversão (%)
Ytérbio	164.0 (± 2.0)a	91.9 (±2.8)a
Bismuto	153.2 (± 1.0)b	45.3 (±7.6)c
Sílica	151.2 (± 1.0)b	69.4 (±10.8)b
Resin 0	153.8 (± 2.0)b	88.6 (± 9.3)a

Letra diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística entre os grupos.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a nanopartícula de ytérbio foi a que apresentou melhores resultados em relação à radiopacidade como também quanto ao grau de conversão. Porém a adição de nanopartículas não aumentou a resistência de união como também não afetou a longevidade. Portanto, sugerem-se mais estudos sobre esse tema.

5 REFERÊNCIAS

1. MJOR, I.A., *Clinical diagnosis of recurrent caries*. **J Am Dent Assoc**, v.136(10): p. 1426-33, 2005.
2. BOUSCHLICHER, M.R., et al., *Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations*. **Oper Dent**, 24(1): p. 20-5, 1999.
3. WATTS, D.C., et al., *Aluminium radiopacity standards for dentistry: an international survey*. **J Dent**, 27(1): p. 73-8, 1999.
4. R. Osorio, E. Osorio, F.S. Aguilera, F.R. Tay, A. Pinto, M. Toledano, *Influence of application parameters on bond strength of an "all in one" water-based self-etching primer/adhesive after 6 and 12 months of water aging*. **Odontology**. 98 (2010) 117-25.
5. D.H. Pashley, F.R. Tay, C. Yiu, M. Hashimoto, L. Breschi, R.M. Carvalho, et al., *Collagen degradation by host-derived enzymes during aging*. **J. Dent. Res.** 83 (2004) 216-21.
6. S.S. Oliveira, S.J. Marshall, S. Habelitz, S.A. Gansky, R.S. Wilson, G.W. Marshall, Jr., *The effect of a self-etching primer on the continuous demineralization of dentin*. **Eur. J. Oral Sci.** 112 (2004) 376-83.
7. SCHULZ, H., et al., *Radiopaque dental adhesives: dispersion of flame-made Ta₂O₅/SiO₂ nanoparticles in methacrylic matrices*. **J Dent**, 36(8): p. 579-87, 2008.
8. PRENTICE, L.H., M.J. Tyas, and M.F. Burrow, *The effect of ytterbium fluoride and barium sulphate nanoparticles on the reactivity and strength of a glass-ionomer cement*. **Dent Mater**, 22(8): p. 746-51, 2006.
9. FONSECA, R.B., et al., *Radiodensity of base, liner and luting dental materials*. **Clin Oral Investigm** 10(2): p. 114-8, 2006.