

INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CARGA INORGÂNICA AOS SISTEMAS ADESIVOS DENTINÁRIOS NA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL*

INFLUENCE OF INORGANIC FILLER ADDITION TO DENTIN BONDING SYSTEMS ON MARGINAL MICROLEAKAGE

Yoshida, Kellyn Roberta Ayumi**
Torres, Carlos Rocha Gomes***

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da adição de carga inorgânica aos adesivos dentinários sobre a microinfiltração marginal. Para tal, oitenta incisivos bovinos receberam preparos classe V na junção amelo-cementária e foram divididos em oito grupos, cada qual recebendo versões com e sem carga de diferentes sistemas adesivos, segundo as recomendações dos fabricantes. Os seguintes Grupos foram avaliados: OS – One Step (Sem Carga – SC), OSP – One Step Plus (Com Carga – CC), PB- Prime & Bond 2.1 (SC), PBNT – Prime & Bond NT (CC), ST – Stae (SC), STM – Stae + 10% de partículas SiO₂ com tamanho de 0,01 μm (CC), SB – Single Bond (SC), SBC – Single Bond 10% de partículas SiO₂ com tamanho de 0,01 μm (CC). As cavidades foram restauradas com dois incrementos de Z250. Os dentes foram imersos em água destilada a 37°C por 24 horas e submetidos a 500 ciclos térmicos (5 e 55°C). A microinfiltração foi avaliada quantitativamente pelo método do nitrato de prata seguido pela diafanização. Os dados foram submetidos à ANOVA paramétrica a um fator e ao teste de Tukey ($\alpha = 5\%$), obtendo-se um valor de $p = 0,00$. As médias (\pm desvio padrão) observadas para cada Grupo foram: SB: 1,07 ($\pm 0,20$)a; OS: 1,25 ($\pm 0,49$)ab; OSP: 1,64 ($\pm 0,59$)ab; SBC: 1,69 ($\pm 1,07$)ab; PBNT: 2,21 ($\pm 0,98$)ab; PB: 2,60 ($\pm 1,45$)bc; ST: 3,70 ($\pm 1,29$)c; STC: 3,86 ($\pm 1,11$)c. Os Grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes. Podemos concluir que a adição de partículas de carga não influenciou de forma significativa a microinfiltração marginal. Foram constatadas diferenças significativas entre os sistemas adesivos de diferentes marcas.

UNITERMOS: dentina; infiltração dentária; adesivos dentinários.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effects of the addition of inorganic filler to the dentin adhesives on the marginal microleakage. For such, eighty incisives bovine received class V preparations in the cemento-enamel junction and they were divided in eight groups, each one receiving versions with and without filler of different adhesive systems, according to the manufacturers' instructions. The following Groups were evaluated: OS – One Step (Without Filler – WOF), OSP – One Step Plus (With Filler – WF), PB – Prime & Bond 2.1 (WOF), PBNT – Prime & Bond NT (WF), ST – Stae (WOF), STM – Stae + 10% of SiO₂ particles with size of 0,01 μm (WF), SB – Single Bond (WOF), SBC – Single Bond + 10% of SiO₂ particles with size of 0,01 μm (WF). The cavities were restored with two increments of Z250. The teeth were immersed in distilled water at 37°C by 24 hours and submitted to 500 thermal cycles (5 and 55°C). The microleakage was evaluated quantitatively by the method of the silver nitrate following by clearing. The data were submitted to parametric one-way ANOVA and Tukey's

* Apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, Processo n° 03/00863-7 – Iniciação Científica.

** Aluna do curso de graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista – UNESP

*** Professor Assistente Doutor do Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

test ($\alpha = 5\%$), being obtained a value of $p = 0,00$. The means (\pm standard deviation) observed for each Group were: SB: 1,07 ($\pm 0,20$)a; OS: 1,25 ($\pm 0,49$)ab; OSP: 1,64 ($\pm 0,59$)ab; SBC: 1,69 ($\pm 1,07$)ab; PBNT: 2,21 ($\pm 0,98$)ab; PB: 2,60 ($\pm 1,45$)bc; ST: 3,70 ($\pm 1,29$)c; STC: 3,86 ($\pm 1,11$)c. The groups accompanied of the same letters don't present significant differences. We can conclude that the addition of filler particles didn't influenced in a significant way the marginal microleakage. Significant differences were verified among the different adhesive systems.

UNITERMS: dentin; dental leakage; dentin-bonding agents.

INTRODUÇÃO

Os sistemas adesivos dentais têm sofrido uma grande evolução nas últimas décadas, as quais levaram a um aumento da longevidade clínica das restaurações, difundindo as técnicas adesivas para diversas especialidades da Odontologia. Por outro lado, embora os materiais atuais tenham um desempenho bastante satisfatório, ele ainda está longe do ideal. A contração de polimerização das resinas compostas resulta num estresse interfacial, o qual pode sobrepujar as forças de união obtidas com os adesivos dentinários, levando a formação de fendas marginais.²² Isto tem sido demonstrado pela incapacidade em se conter de forma efetiva a microinfiltração marginal.¹⁹

Tentando contornar estes problemas, novas alternativas vêm sendo tentadas. De acordo com Miyazaki et al.¹² (1995), uma melhora das propriedades físicas dos agentes adesivos é um caminho para se aumentar a resistência adesiva. Neste sentido, a inclusão de partículas de carga em sua composição vem sendo apontada como um recurso promissor.^{16,22} De forma semelhante ao que é feito com as resinas compostas, as partículas inorgânicas tendem a resultar num aumento da resistência coesiva da película de adesivo depositada sobre o substrato, a qual ajudaria a transmitir melhor as forças que incidem sobre a interface. Alguns autores tem constatado um aumento na resistência adesiva quando da adição de carga nos sistemas adesivos,^{1,5,16} assim como a diminuição da microinfiltração marginal.⁷

Outro resultado esperado com a adição de partículas de carga é o aumento da viscosidade do adesivo, o qual proporcionaria películas mais espessas.¹⁰ Neste sentido duas vantagens podem ser vislumbradas. Sabemos que a espessura da camada inibida pelo oxigênio para os materiais fotopolimerizáveis é de cerca de 10 a 20 μm ,⁶ e que para os adesivos de frasco único, a espessura da película de adesivo é frequentemente muito fina.²⁰ Isto pode impedir que o sistema adesivo

aplicado sobre a dentina condicionada seja adequadamente polimerizado antes da aplicação da resina composta, prejudicando o estabelecimento de uma adesão satisfatória à dentina que possa resistir ao estresse da contração de polimerização. Nos adesivos com carga, a espessura de camada pode ser suficiente para eliminar o problema da inibição da polimerização, o que pode ajudar a estabelecer a adesão.^{17,20} A outra vantagem estaria no fato de que uma camada mais espessa de adesivo poderia funcionar como uma zona elástica, absorvendo em parte o estresse da contração de polimerização, evitando o descolamento da interface.^{5,14,21,22}

Atualmente, diversos produtos vêm sendo lançados no mercado tendo como estratégia de venda anunciar a presença de partículas de carga em sua composição. Porém, a quantidade incorporada é um tanto quanto reduzida, estando em torno de 10%, enquanto que para as resinas compostas esta varia em torno de 60%. Portanto, podemos lançar dúvidas sobre a real importância desta adição sobre sua efetividade adesiva. Baseado nisso, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que a presença de carga na composição dos adesivos teria influência na microinfiltração marginal, assim como comparar a efetividade das diferentes marcas comerciais entre si.

MATERIAIS E MÉTODO

Foram selecionados 80 dentes incisivos bovinos, obtidos após o abate dos animais, que tiveram os terços apicais das raízes seccionados, o tecido pulpar extirpado e as raízes embutidas em resina acrílica. Foram confeccionados preparos cavitários nas faces vestibulares, localizados no limite amelo-cementário, utilizando um dispositivo que permitia padronizar suas dimensões, sendo elas 3 mm no sentido mesio-distal, 3 mm no sentido inciso-apical e 1,5mm de profundidade. Foram utilizadas pontas diamantadas número

1092, em alta rotação e com abundante refrigeração, trocada a cada cinco preparos. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em oito grupos, sendo que cada um recebeu um tipo diferente de sistema adesivo, contendo ou não partículas de carga. Todas as cavidades receberam um condicionamento ácido total com gel de ácido fosfórico a 35% (3M-Espe) por 15s, seguida por lavagem com água por 10s e remoção do excesso de umidade pela técnica da absorção, utilizando-se papel absorvente.

Alguns fabricantes disponibilizam duas versões de seu sistema adesivo, contendo ou não partículas de carga, como é o caso do One Step e do Prime & Bond. Porém, para os sistemas adesivos Stae e Single Bond que não possuem carga, ela foi incorporada pela adição de 10% em peso por volume de partículas de dióxido de silício (SiO_2) com tamanho médio de $0,01\mu\text{m}$. Todos os adesivos foram aplicados segundo as instruções dos respectivos fabricantes. No Quadro 1 podemos observar os sistemas adesivos aplicados em cada grupo, assim como a sua composição química.

Todas as cavidades foram restauradas empregando-se a resina composta Z250 (3M-Espe), em dois incrementos oblíquos, sendo cada incremento fotopolimerizado por 20s empregando-se um fotopolimerizador Optiligth 600 (Gnatus), com densidade de potência de $600\text{mW}/\text{cm}^2$. Após o término das restaurações os dentes foram imersos em água destilada a 37°C por 24h, sendo então realizado o acabamento e polimento com os

discos Sof-Lex (3M-Espe). A seguir, os espécimes foram submetidos a termociclagem, num total de 500 ciclos de 1min (30s a $5\pm 5^\circ\text{C}$ e 30s a $55\pm 5^\circ\text{C}$), através de uma máquina de termociclagem (Ética Equipamentos Científicos).

Os espécimes foram submetidos à metodologia de análise da microinfiltração marginal proposta por Tay et al.¹⁸ (1995) e modificada por Torres et al.¹⁹ (2002). Para tal, foi realizado o selamento total dos corpos de prova, com exceção de uma janela de 0,5mm ao redor da restauração, através de três camadas de esmalte para unhas. Após a secagem do esmalte os espécimes foram imersos em água destilada e levados a uma câmara de vácuo, sendo submetidos a uma atmosfera negativa de 20polHg por 5min, de forma a remover o ar que porventura estivesse aprisionado nas possíveis fendas marginais.⁸

Os dentes foram imersos em solução aquosa recém-preparada de nitrato de prata a 50%, durante 12h em escuro total. Após este período, os corpos de prova foram lavados em água destilada corrente por 10min, imersos em solução reveladora de radiografias e expostos à luz fluorescente por 6h. A seguir, eles foram lavados em água corrente por 2h. O esmalte para unhas presente na superfície dental foi então removido com lâmina de bisturi e a porção do dente contendo a restauração foi separada do restante através de secções longitudinais e transversais, visando facilitar o processamento dos espécimes e a observação da microinfiltração.

QUADRO 1 – Composição e marca comercial dos agentes adesivos estudados.

Grupos	Adesivo	Composição*	Marca	Carga
OS	One Step	Bis-GMA, BPDm, HEMA, acetona, fotoiniciadores	Bisco	-
OSP	One Step Plus	BPDm, HEMA, acetona, fotoiniciadores, partículas de carga	Bisco	+
PB 2.1	Prime & Bond 2.1	Resinas di e trimetacrilato, PENTA, fotoiniciadores, estabilizantes, cetilamina hidrófluoride, acetona	Dentsply	-
PB NT	Prime & Bond NT	Resinas di e trimetacrilato, PENTA, fotoiniciadores, estabilizantes, cetilamina hidrófluoride, acetona, sílica amorfa	Dentsply	+
ST	Stae	UDMA, Acetona, hidróxi-butil-tolueno, NaF, água	SDI	-
STM	Stae modificado	UDMA, Acetona, hidróxi-butil-tolueno, NaF, água e 10% de SiO_2	SDI	+
SB	Single Bond	Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, copolímeros dos ácidos poliacrílico e poliitacônico, água, álcool, fotoiniciadores	3M-Espe	-
SBM	Single Bond modificado	Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, copolímeros dos ácidos poliacrílico e poliitacônico, água, álcool, fotoiniciadores, 10% de SiO_2	3M-Espe	+

* BIS-GMA: bisfenol-A glicidil metacrilato, BPDm: bisfenil dimetacrilato, HEMA: 2-hidróxiethylmetacrilato, PENTA: di-pentacrilato monofosfato, UDMA: Uretano Dimetacrilato.

Os blocos contendo as restaurações foram imersos em solução aquosa de ácido clorídrico (HCl) a 6%, permanecendo por cerca de três dias até o término da descalcificação. As amostras foram lavadas em água corrente por 2h. A seguir, foi procedida a desidratação dos espécimes pela imersão numa série crescente de etanol (70%, 80%, 95%), por 4h em cada banho, terminando em três imersões seqüenciais em etanol absoluto por 6h cada uma. Após a desidratação, foi realizada a imersão em Salicilato de Metila para diafanização, a qual foi seguida por uma imersão adicional em novo Salicilato de Metila, até que a transparência completa dos espécimes fosse obtida, permitindo uma visão tridimensional totalmente desobstruída do remanescente opaco da restauração. Os espécimes foram levados a um estereomicroscópio ótico (Stemi 2000 – Carl Zeiss) com um aumento de 25×.

A extensão da microinfiltração foi avaliada quantitativamente, observando-se o quão profundo a coloração enegrecida proporcionada pela prata foi capaz de alcançar nas paredes circundantes e na parede axial. A extensão total de cada parede circundante é de 1,5mm, e da parede axial é de 3mm, sendo possível uma penetração máxima de 4,5mm. De todas as paredes circundantes, aquela que exibiu a penetração mais profunda foi a escolhida para a medição. A coloração escurecida foi mensurada em milímetros a partir do ângulo cavo-superficial, utilizando-se um escala presente na ocular do estereomicroscópio. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, empregando-se os testes de análise de variância paramétrica a 1 fator (ANOVA) e teste de Tukey, a um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Através da análise de variância obtivemos um valor de $p = 0,00$ ($F = 11,50$ para 7 graus de liberdade), o que indica que existem diferenças significativas entre pelo menos dois grupos. Na Tabela 1 podemos observar as médias de microinfiltração para os diferentes grupos, assim como os resultados do teste de Tukey.

TABELA 1 – Médias de microinfiltração e resultados do teste de Tukey.

Grupo	Média (\pm Desvio Padrão)	Conjuntos*
SB	1,07 ($\pm 0,20$)	A
OS	1,25 ($\pm 0,49$)	A B
OSP	1,64 ($\pm 0,59$)	A B
SBM	1,69 ($\pm 1,07$)	A B
PB NT	2,21 ($\pm 0,98$)	A B
PB 2.1	2,60 ($\pm 1,45$)	B C
ST	3,70 ($\pm 1,29$)	C
STM	3,86 ($\pm 1,11$)	C

* Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentaram diferenças significantes.

Podemos observar na Tabela 1 que para cada material em particular, a adição de carga não resultou em diferenças significativas, permitindo que nós rejeitássemos a hipótese de que a adição de carga teria influência na microinfiltração marginal. Por outro lado, foram constatadas diferenças significativas entre as marcas comerciais. Na Figura 1 podemos comparar os diferentes grupos quanto às médias de microinfiltração.

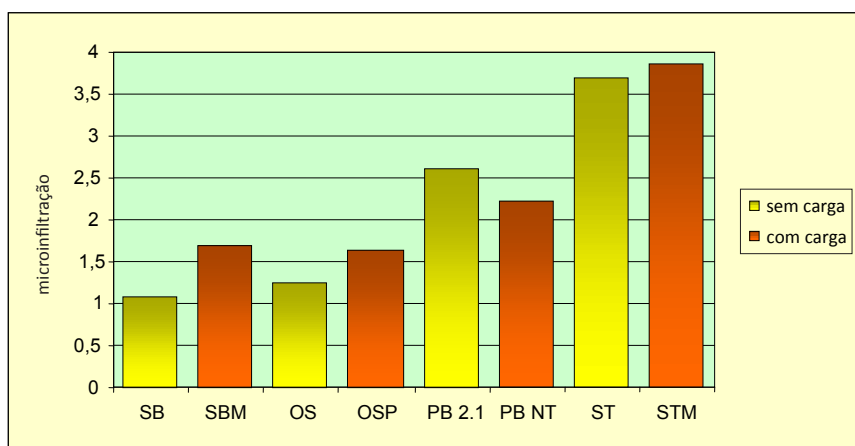


Figura 1 – Comparação entre as médias de microinfiltração para os diferentes grupos.

Na Figura 2 podemos observar exemplos de espécimes com diferentes graus de microinfiltração. Nestas imagens temos uma visão direta das paredes gengivais destes espécimes diafanizados, nas quais foi observada a penetração mais profunda da prata, evidenciada pela coloração enegrecida. Na Figura 2 A e C podemos constatar que a penetração pode não ocorrer de forma homogênea em toda a parede cavitária. Deste fato advêm as vantagens do uso da técnica da diafanização, através da qual temos uma visão nítida de toda a interface dente/restauração, evitando uma avaliação subestimada da microinfiltração ocorrida.

DISCUSSÃO

A adesão à dentina é muitas vezes avaliada por testes de cisalhamento e tração, sendo os resultados os mais variáveis. Segundo os estudos de Fortin et al.⁷ (1994) e Neme et al.¹³ (2000), existe uma relação entre força de união à dentina e grau de

microinfiltração, sendo que os materiais que apresentam alta força de união geralmente apresentam menor grau de microinfiltração. Portanto, sempre que buscamos um aumento da resistência adesiva com modificações nos sistemas adesivos esperamos uma queda na microinfiltração marginal. Por outro lado, Tani et al.¹⁶ (2004) mostraram que nem sempre que conseguimos mensurar um aumento da resistência adesiva *in vitro* podemos pressupor uma melhora no selamento interfacial das restaurações. Isto pode ser devido ao método de preparo dos espécimes em laboratório para avaliação da resistência adesiva, no qual a resina composta é aplicada numa superfície plana, não existindo a indução de tensões em virtude da competição entre as juntas adesivas, devido à contração parede contra parede, como ocorre num preparo tipo caixa. Portanto, não se trata de uma simulação perfeita do evento real *in vivo*, evidenciando a necessidade de avaliações complementares da microinfiltração, como a realizada neste estudo.

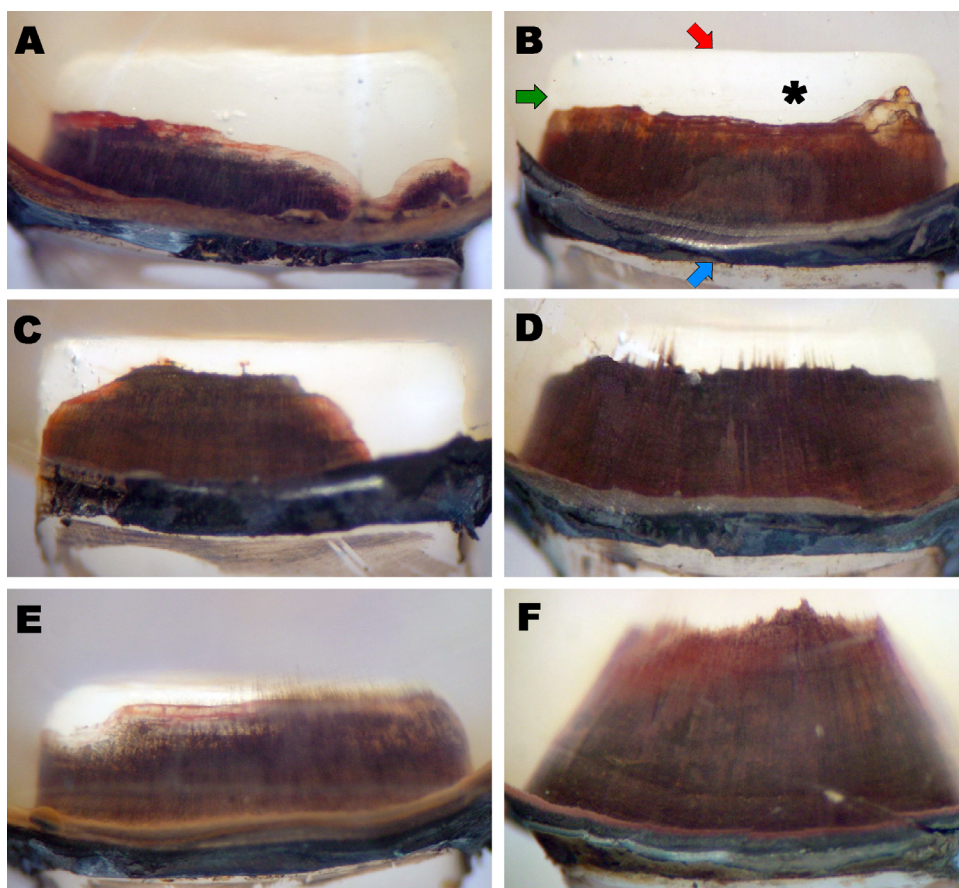


Figura 2 – Vista das paredes gengivais de alguns espécimes com níveis crescentes de microinfiltração. Asterisco – parede gengival; Seta vermelha – ângulo axio-gengival; Seta verde – ângulo méso-gengival; Seta azul – ângulo cavo-superficial gengival; A-D) Microinfiltração aquém do ângulo axio-gengival; E) Microinfiltração atingindo o ângulo axio-pulpar F) Microinfiltração atingindo toda a parede axial e caminhando no sentido da câmara pulpar.

Analisando-se estatisticamente os dados obtidos podemos observar que a adição de carga, para cada material em particular, não resultou em diferenças significativas na microinfiltração marginal (Tabela 1), indo de encontro aos resultados observados por Cardoso et al.² (1999). Existem grandes controvérsias na literatura com relação à efetividade da adição de carga aos adesivos. Segundo Fortin et al.⁷ (1994) os sistemas contendo carga apresentam menor microinfiltração devido à capacidade destes materiais em absorver o estresse interfacial, em virtude de uma maior espessura da película de adesivo, a qual apresenta um menor módulo de elasticidade.

Por outro lado, algumas pesquisas mostraram que a adição de carga não teve efeito significativo na resistência adesiva,^{14,17} enquanto outros demonstram que ela foi capaz de aumentar a força de união.^{5,12,16,22} No estudo proposto por Tani et al.¹⁶ (1994), concluiu-se que a adição de partículas de carga nos sistemas adesivos aumentou a resistência à tração, embora ela não tenha contribuído para a diminuição da formação de fendas marginais. Um suposto mecanismo para o aumento da resistência adesiva pode ser o aumento da força coesiva da película de adesivo, assim como um fortalecimento da camada híbrida pela penetração das partículas de carga em seu interior.¹⁵

Com relação ao conteúdo de carga, utilizamos em nosso estudo, nas versões experimentais, 10% em volume com partículas de SiO₂, enquanto o adesivo One Step Plus apresenta 8,5% e o Prime & Bond NT apenas 3%. Miyazaki et al.¹² (1995) demonstraram que os sistemas adesivos contendo 10 a 20% de carga por volume apresentam maior força de união. Segundo eles, uma proporção maior diminui o molhamento da dentina ácido condicionada devido ao aumento da viscosidade. Dessa forma, a quantidade de carga utilizada por nós foi compatível com a recomendada por Miyazaki et al.¹² (1995), embora não tenha resultado em diferenças significantes.

Entretanto, comparando-se as médias de microinfiltração, embora as diferenças não foram significativas, a maioria dos sistemas adesivos desprovidos de carga, com exceção do sistema adesivo Prime & Bond 2.1, apresentaram valores de média ligeiramente menores em relação aos correspondentes contendo carga (Figura 1). Tal fenômeno pode ser explicado pelo fato de que este volume de partículas incorporado aos adesivos podem ter aumentado sua viscosidade, contrariamente ao verificado por Miyazaki et al.¹² (1995),

o que pode ter implicado na menor penetração dos mesmos na dentina condicionada. Isto pode ter ocorrido em virtude do menor tamanho das partículas utilizadas em nosso estudo (0,01 µm) em relação às empregadas por eles (0,05 µm), tendo portanto uma maior área de superfície, o que torna a solução mais viscosa. Ao contrário, embora o Adesivo Prime & Bond NT apresente partículas nanométricas, isto pode ter sido compensado pelo seu menor percentual de carga, mostrando uma tendência a menores valores de microinfiltração (Figura 1).

Segundo Perdigão et al.¹⁵ (1999), as nanocargas presentes no Prime & Bond NT, com diâmetro aproximado de 7 nm, seriam capazes de penetrar nos espaços interfibrilares expostos pelo condicionamento ácido, os quais possuem cerca de 20nm, funcionando como um elemento de fortalecimento comparável ao papel dos cristalitos de apatita da dentina mineralizada. Contudo, Cardoso et al.³ (2001) não encontraram diferenças estatisticamente significantes nas médias de microinfiltração entre Prime & Bond NT e a versão experimental do Prime & Bond NT (sem carga), indo de encontro ao nosso estudo.

De acordo com Gonsalves & Chen⁹ (1996), as partículas de carga presentes no adesivo sofrem um processo de aglomeração durante a estocagem ou durante a aplicação, resultando em agregados de maiores proporções, os quais são incapazes de se infiltrar nos espaços interfibrilares do substrato colágeno desmineralizado. Alguns estudos observaram que as partículas de carga permanecem aglomeradas ao redor dos orifícios dos túbulos dentinários, mas não estão presentes nos espaços interfibrilares da camada híbrida.^{14,17} Além disso, segundo Eick et al.⁴ (1995), geralmente existe uma diferença de peso molecular entre as partículas de carga dos adesivos, resultando em diferentes graus de difusão destas nos espaços interfibrilares, fazendo com que o acúmulo das partículas menores que penetram primeiro no substrato dentinário impeçam a penetração das maiores, o que impossibilita a completa infiltração destas partículas na zona desmineralizada. Portanto, mesmo que as partículas sejam de dimensões reduzidas, a sua penetração no interior da camada híbrida estaria prejudicada. Linden et al.¹¹ (1995) afirmam ainda que os espaços interfibrilares existentes na rede de colágeno poderiam conter um hidrogel composto por proteoglicanas e proteínas não colágenas, o qual poderiam impedir fisicamente a penetração das partículas de carga.

Por outro lado, diferenças significativas foram observadas entre as marcas comerciais. Independentemente da presença ou não de carga, constatamos que o adesivo Stae exibiu níveis de microinfiltração significativamente maiores que os demais (Tabela 1, Figura 1). Isto pode ser devido a uma deficiência de impregnação da rede colágena quando da aplicação deste material, em virtude de fatores como a sua tensão superficial ou sua hidrofobicidade, devendo ter resultado em camadas híbridas de menor qualidade.

Mediante os resultados deste estudo, nos parece que justificar a efetividade de um sistema adesivo baseado na presença de partículas de carga não representa a realidade. É provável que outros fatores como o tipo de solvente e de monômeros resinosos exerçam um papel mais crucial na obtenção de uma adesão efetiva.

CONCLUSÕES

Para todos os sistemas adesivos testados a adição de partículas de carga não resultou em diferenças significativas na microinfiltração marginal.

Foram constatadas diferenças significativas entre as marcas comerciais com relação à microinfiltração, indicando que os demais componentes dos sistemas adesivos devem ter um papel expressivo na sua efetividade.

REFERÊNCIAS

1. Bagley A, Wakefield CW, Robbins JW. In vitro comparison of filled and unfilled universal bonding agents of amalgam to dentin. *Oper Dent.* 1994; 19(3):97-101.
2. Cardoso PEC, Placido E, Francci CE, Perdigão J. Microleakage of class V composite resin restorations using five simplified adhesive systems. *Am J Dent.* 1999;12:291-4.
3. Cardoso PEC, Carrilho MR, Francci CE, Perdigão J. Microtensile bond strength of one-bottle dentin adhesives. *Am J Dent.* 2001;14:22-4.
4. Eick JD, Robinson SJ, Byerley TJ, Chappel RP, Spencer P, Chappelow CC. Scanning transmission electron microscopy/energy-dispersive spectroscopy analysis of the dentin adhesive interface using a labelled 2-hydroxyethyl analogue. *J Dent Res.* 1995;74:1246-52.
5. Fanning DE, Wakefield CW, Robbins JW, Bagley CC. Effect of a filled adhesive on a bond strength in three dentinal bonding systems. *Gen Dent.* 1995 May-June;43(3):256-62.
6. Finger W, Jorgensen KD. Inhibition of polymerization by oxygen in composite filling materials and enamel sealers. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd.* 1996;86(8):812-24.
7. Fortin D, Swift EJ Jr, Denehy GE, Reinhardt JW. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. *Dent Mater* 1994;10:253-8.
8. Gale MS, Darvell BW. Controlling dentine penetration in computer microleakage tracer mapping. *J Dent Res.* 1997;25(2):129-36.
9. Gonsalves KE, Chen X. Studies on the structure and properties of ceramic/polymer nanocomposites. *Mat Res Soc Symp Proc.* 1996;435:55-65.
10. Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater* 1999;10:128-37.
11. Linden LA, Kallskog O, Wolgast M. Human dentine as a hydrogel. *Arch Oral Biol.* 1995;40:991-1004.
12. Miyazaki M, Ando S, Hinoura K, Onose H, Moore BK. Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. *Dent Mater* 1995;11:234-8.
13. Neme AL, Evans DB, Maxson BB. Evaluation of dental adhesive systems with amalgam and resin composite restorations: comparison of microleakage and bond strength results. *Oper Dent.* 2000 Nov-Dec;25(6):512-9.
14. Nunes MF, Swift Junior EJ, Perdigão J. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. *Am J Dent.* 2001;14(6):340-3.
15. Perdigão J, Baratieri LN, Lopes M. Laboratory evaluation and clinical application of a new one-bottle adhesive. *J Esthetic Dentistry* 1999;11(1):23-35.
16. Tani C, Itoh K, Hisamitsu H, Wakumoto S. Effect of filler content on bonding efficacy of 4-META MMA/TBB bonding agent. *Dent Mat J.* 1994; 13(2):131-7.
17. Tay FR, Mouldling KM, Pashley DH. Distribution of nanofillers from a simplified-step adhesive in acid-conditioned dentin. *J Adhes Dent.* 1999;2:103-17.
18. Tay FR, Pang KM, Gwinnett AJ, Wei SH. A method for microleakage evaluation along the dentin/restorative interface. *Am J Dent.* 1995;8(2):105-8.
19. Torres CRG, Araújo MAM, Torres ACM. Effects of dentin collagen removal on microleakage of bonded restorations. *J Adhes Dent.* 2004;6(1):33-42.
20. Unterbrink GL, Lienberg WH. Flowable resin composites as "filled adhesives": Literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int.* 1999;30:249-57.
21. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent.* 1998;26(1):1-20.
22. Youssef JA. Resistência de união à dentina de resinas compostas associadas a sistemas adesivos com e sem carga. *Pesq Odontol Bras.* 2001;15(2):157-60.

Recebido para publicação em: 05/01/2005; aceito em: 15/04/2005.

Endereço para correspondência:

CARLOS ROCHA GOMES TORRES
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 - Jd. São Dimas
CEP 12245-000, São José dos Campos, SP, Brasil
Fone: (12) 3947-9048 - Fax: (12) 3947-9077
E-mail: carlosrgt@fosjc.unesp.br