Rev Inst Ciênc Saúde
2008; 26(1):70-5

Avaliação *in vitro* da microinfiltração em restaurações de molares decíduos, com a utilização de adesivos monocomponentes

In vitro *microleakage study, using monocomponent adhesives, in restorations of primary molars*

Raquel Cristina Barbosa Ulson*
Miriam Lacalle Turbino**
Ana Lídia Ciamponi***

Resumo

Introdução – O objetivo desta pesquisa foi avaliar *in vitro* a microinfiltração marginal na interface da parede gengival de cavidades Classe II em molares decíduos restaurados com resina composta fotopolimerizável (Z100™, 3M Corporation), utilizando vários adesivos dentinários de frasco único: Prime & Bond® 2.1 (Dentsply International Inc.), One Step® (Bisco Inc.), Optibond® AIO (Kerr Corporation), Single Bond (3M Corporation), Bond-1® (Pentron Clinical Technologies, LLC) e um convencional, de frascos separados (Scotchbond™ Multi Uso Plus, 3M Corporation), que representou o grupo controle. Material e Métodos – A amostra se constituiu de 24 molares decíduos, divididos em grupos equivalentes, nos quais foram feitos 48 preparos cavitários Classe II (MO-OD). Em cada dente foram aplicados dois adesivos diferentes, nas respectivas cavidades (MO-OD). Após serem restaurados com o compósito, os dentes foram armazenados em água destilada e, posteriormente, termociclados (700 ciclos, a 5 e 55°C), impermeabilizados em solução corante (nitrato de prata a 50%) e seccionados. A avaliação da microinfiltração foi feita por meio do sistema de análises morfométricas no Laboratório de Informática dedicado à Odontologia (LIDO), da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, utilizando-se o software Image Lab. Resultados – As médias dos valores de microinfiltração (mm) para os adesivos avaliados foram: One Step® – 0,13; Prime & Bond® 2.1 – 0,27; Scotchbond™ Multi Uso Plus – 0,28; Single Bond – 0,29; Bond-1® – 0,34, Optibond® AIO – 0,37. Conclusões – Após a análise estatística dos resultados (Kruskal-Wallis) concluiu-se que todos os grupos apresentaram baixos valores de microinfiltração e não houve diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre os materiais avaliados.

Palavras-chave: Adesivos dentinários; Infiltração dentária; Dentição primária

Abstract

Introduction – The purpose of this study was to evaluate the marginal microleakage in interfaces between the gingival edges of the proximal box of Class II cavities and several adhesive monocomponent systems. So that, five different single bottle systems were applied on deciduous molars restored with a light-cured composite resin (Z100™, 3M Corporation), as follows: Prime & Bond® 2.1 (Dentsply International Inc.), One Step® (Bisco Inc.), Optibond® AIO (Kerr Corporation), Single Bond (3M Corporation), Bond-1® (Pentron Clinical Technologies, LLC). A conventional system with separate bottles (Scotchbond™ Multi-Purpose Plus, 3M Corporation) was used as the control group. Material and Methods – Samples comprised 24 deciduous molars divided in six groups of four teeth, in which 48 Class II cavity preparations (MO-OD) were made. Two different adhesives bonded to dentin were applied in the respective cavity of each tooth (MO-OD). The teeth were restored with a composite resin and stored in distilled water. Subsequently, they were thermocycled (700 times of 5°C and 55°C), waterproofed by staining solution (50% silver nitrate), and sliced. Microleakage evaluation was performed by a morphometric analysis system in the Laboratory of Dentistry Computer Science (LDCS) at School of Dentistry at São Paulo University, using the software Image Lab. Results – The following microleakage values (mean) were observed for the adhesive systems evaluated: 0.13 mm (One Step®), 2.1 to 0.27 mm (Prime & Bond®), 0.28 mm (Scotchbond™ Multi Purpose Plus), 0.29 mm (Single Bond), 0.34 mm (Bond-1®), and 0.37 mm (Optibond® AIO). Conclusions – After the statistical analysis (Kruskal-Wallis), it was concluded that all groups showed low microleakage values, despite no statistically significant differences ($p < 0.05$) were detected among the materials evaluated.

Key words: Dentin bonding agents; Dental leakage; Primary dentition

* Mestre em Odontopediatria pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). Estagiária de Investigação da Disciplina de Dentística. Professora Assistente da Disciplina de Clínica Infantil do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (UniFMU). E-mail: odontoulson@terra.com.br
** Professora Associada do Departamento de Dentística da FOUSP.
*** Professora Doutora do Departamento de Odontopediatria da FOUSP.

Introdução

Denomina-se microinfiltração a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede do preparo cavitário e o material restaurador aplicado a ela[24].

A técnica do condicionamento ácido do esmalte, introduzida originalmente em 1955 por Michael Buonocore, permitiu um grande avanço no estudo dos sistemas adesivos em Odontologia sendo aceita como um processo rotineiro, desde o início da década de 70[6].

Nos últimos anos, as pesquisas têm se direcionado ao desenvolvimento de sistemas adesivos que promovam adesão ao esmalte e à dentina. O esmalte é um tecido basicamente de estrutura prismática, representado em 96% por minerais, 4% por água e proteínas A dentina, por sua vez, apresenta uma estrutura basicamente tubular, constituída basicamente por 70% de hidroxiapatita, 18% de colágeno e 12% de água[3]. Devido a estas diferenças, o mecanismo de adesão à dentina se torna muito mais complexo, em comparação ao esmalte[17]. A falta de compatibilidade dos adesivos resinosos hidrofóbicos com a dentina hidrofílica também dificulta a adesão. Além disso, o "smear layer", que corresponde a uma camada de 1 a 5 μm composta de sangue, óleo, bactérias, saliva, esmalte e fragmentos, comumente produzidos durante o preparo cavitário, pode comprometer a união à dentina, impedindo o contato íntimo entre a resina e a dentina, interferindo, por conseqüência, na qualidade da camada híbrida produzida[26].

A evolução dos adesivos dentinários promoveu uma melhoria significante de suas forças adesivas. Os produtos atuais são mais resistentes, bem como, requerem técnica de aplicação mais simples, a fim de aumentar a praticidade e diminuir o tempo de trabalho para o profissional[7]. Com o surgimento dos adesivos monocomponentes, no qual o primer e o bond estão no mesmo frasco, houve diminuição do número de passos operatórios e uma maior homogeneidade da mistura desta composição. Van Landuyt *et al.*[25] (2006) verificaram que a aplicação de um agente hidrofóbico na dentina, aumenta a efetividade da adesão, quando do uso de um sistema de frasco único (One-step self-etch) apesar de aumentar o número de passos operatórios. Os autores também verificaram que o condicionamento ácido em dentina deve ser evitado, a fim de evitar a diminuição das forças adesivas, com comprometimento da longevidade das restaurações.

Os sistemas "self-etching primers" contém primers que possuem monômeros ácidos em sua composição, com alto valor de pH, em comparação aos ácidos tradicionais utilizados. Esta característica faz deste material um agente menos agressivo em relação ao grau de desmineralização do substrato e, teoricamente, a diferença entre a área desmineralizada e a penetrada pelo adesivo seria limitada ou ausente, devido impregnação simultânea do monômero hidrofílico na área descalcificada, incorporando o "smear layer" no processo de adesão[23].

Atualmente, alguns sistemas são acompanhados de um agente condicionador não lavável, para economia de tempo de trabalho. Há pouco tempo, surgiu uma outra forma de adesivo simplificado, que contém o ácido, o primer e o adesivo no mesmo frasco, denominado "all-in-one", um sistema autocondicionante que requer uma técnica de aplicação bastante simples, diminuindo a sua sensibilidade. Contudo, o estudo de Myaki e Balduci[15] (2005) demonstrou que o uso de um sistema adesivo autocondicionante (Prompt L-Pop) ou com condicionador não lavável (NRC) resultou em maiores valores de microinfiltração, em comparação ao sistema de passos múltiplos (Prime & Bond® NT). A secagem excessiva, quando do uso de sistemas autocondicionantes, resultou em colapso das fibras colágenas e propiciou maiores valores de infiltração. Ao contrário, o excesso de solvente do monômero ou de água residual produziu diluição ou incompleta polimerização da resina, levando a uma severa nanoinfiltração[12].

Finger e Fritz[10] (1996) avaliaram *in vitro* a força de resistência de união ao cisalhamento de cinco adesivos comerciais de frasco único para dentina e esmalte. Os resultados mostraram valores entre 23 a 35 MPa em esmalte e entre 3,5 a 25 MPa na dentina. A análise por microscopia (500X) mostrou que as camadas híbridas tiveram de 2 a 10 μm de espessura. Al-Salehi e Burke[1] (1997) afirmaram, com base em uma revisão de literatura, que existe pouca padronização das metodologias utilizadas em testes de resistência adesiva à dentina de diversos sistemas disponíveis, principalmente no que se refere à espessura do adesivo, tipo e profundidade da dentina testada, secagem ou manutenção da umidade da dentina e a ausência ou não da termociclagem.

Van Meerbeek *et al.*[27] (1996) verificaram, por meio de microscopia de transmissão, que tanto o adesivo Scotchbond™ Multi Uso, de 2 frascos como o Optibond® AIO, de frasco único, estabeleceram adesão micromecânica, com formação da camada híbrida. Entretanto, a camada híbrida do sistema monocomponente foi mais uniforme, ácido resistente e com densidade elétrica. Já o estudo de Wang e Spencer[28] (2005), que avaliou a interface entre seis adesivos monocomponentes constatou diferenças entre as espessuras da camada híbrida formada, com variações de 4,1 a 9,2 μm, atribuídas devido à composição de cada um, ou à habilidade de tolerância a água durante a infiltração do monômero resinoso na área desmineralizada.

El Kalla e Garcia-Godoy[9] (1998) encontraram algumas variações no processo de hibridização da dentina de dentes decíduos e permanentes, durante o uso de adesivos dentinários monocomponentes. Os padrões de penetração nos túbulos dentinários foram diferentes, conforme o tipo de adesivo sendo que, a espessura da camada híbrida em dentes permanentes foi maior.

De acordo com Provasi *et al.*[18] (1999) a realização do condicionamento ácido resulta em menores valores de microinfiltração, independentemente do adesivo utilizado, em molares decíduos. Contudo, após o tratamento, os autores não observaram diferença estatisticamente significante para todos os adesivos avaliados. O efeito do condicionamento dentinário sobre as forças de resistência adesivas em esmalte e em dentina também foi analisado por Barkmeier *et al.*[2] (1999), variando-se o modo de aplicação de um adesivo monocomponente (Prime & Bond® 2.1). Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significante ($p<0,05$) entre os valores encontrados em esmalte ou em dentina, utilizando-se os três modos de aplicação do adesivo. O condicionamento ácido não aumentou a força de resistência de união. Atualmente, o agente condicionador mais utilizado têm sido o ácido fosfórico em concentrações que variam entre 34 a 37%.

Muitas pesquisas avaliam a eficácia dos adesivos à dentina dos dentes permanentes, porém poucos são os trabalhos encontrados com relação aos dentes decíduos[5,9].

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a microinfiltração marginal na interface da parede gengival da caixa proximal de cavidades Classe II, de molares decíduos, restaurados com resina composta, utilizando diversos sistemas adesivos monocomponentes.

Material e Métodos

A amostra se constituiu de 24 molares decíduos extraídos, hígidos, provenientes do Banco de Dentes Decíduos da FOUSP, divididos aleatoriamente em 6 grupos de 4 dentes cada. Em cada molar foram preparadas duas cavidades nas faces proximais (O-M e O-D), sendo aplicados 2 adesivos dentinários diferentes, um em cada cavidade.Os grupos, de acordo com os fatores de variação introduzidos foram: G1: Scotchbond™ Multi Uso Plus (3M Corporation) + Z100™ (3M Corporation) – Grupo controle; G2: Prime & Bond® 2.1 (Dentsply International Inc.) + Z100™ (3M Corporation); G3: One Step® (Bisco Inc.) + Z100™ (3M Corporation); G4: Optibond® AIO (Kerr Corporation) + Z100™ (3M Corporation); G5: Single Bond (3M Corporation) + Z100™ (3M Corporation); G6: Bond-1® (Pentron Clinical Technologies, LLC) + Z100™ (3M Corporation).

Após a limpeza das cavidades, os preparos cavitários foram realizados, com broca carbide 329, sob alta rotação, sendo a forma da caixa proximal convergente para oclusal, com os ângulos internos arredondados. As medidas de profundidade e largura foram conferidas por um compasso de pontas secas. Os adesivos foram aplicados por meio de pincéis, conforme as instruções dos fabricantes, após condicionamento de gel ácido por 15 segundos, lavagem e secagem com jato de ar por 2 segundos. Em seguida se adaptou uma matriz de aço pré-contorneada (5 mm), montada em porta-matriz tipo toflemire. A resina foi inserida em camadas, pela técnica incremental, com auxílio de um Hollenback, iniciando-se na caixa proximal, polimerizando-se cada porção por 40 segundos. Após o término da restauração, procedeu-se à remoção da matriz e ao acabamento com brocas diamantadas de série extrafina (K.G. Sorensen). Após 1 dia de armazenamento em água destilada, os dentes foram polidos com discos de Soft-Lex. Em seguida, foram armazenados em água destilada por mais uma semana, à temperatura ambiente e então, submetidos à ciclagem térmica, por meio de uma máquina fabricada pela Ética Engenharia Ltda, pertencente ao Departamento de Odontopediatria da FOUSP, utilizando-se 700 ciclos, à temperatura dos banhos entre 5 e 55°C, durante 30 segundos em cada banho, com intervalo de 6 segundos. Posteriormente, os dentes foram impermeabilizados com esmalte de unha vermelho, aplicado em duas camadas, deixando-se uma janela de 1 mm ao redor das restaurações. Foi feita imersão dos elementos dentários em solução de nitrato de prata a 50% por 2 horas, em um becker plástico, no escuro. Em seguida, foram lavados em água destilada por 1 minuto e deixados sob luz fluorescente por 8 horas. Os dentes foram incluídos em resina epóxica, contida em formas de gelo previamente vaselinadas. Após 24 horas, os blocos de resina foram removidos e foi feito o seccionamento das amostras, no sentido longitudinal (késio-distal), com a máquina Labcut (Eltec), do Departamento de Dentística da FOUSP, utilizando-se um disco diamantado de alta rotação. A avaliação da microinfiltração foi realizada por meio do sistema de análise morfométrica, desenvolvido no Laboratório de Informática dedicado à Odontologia (LIDO), da FOUSP, utilizando-se um microscópio acoplado a um computador e o software Image Lab. O avaliador foi calibrado previamente ao levantamento dos dados.

A análise estatística foi realizada com auxílio do software GMC 7.7, utilizando-se o teste Kruskal-Wallis.

Resultados

Os resultados obtidos demonstraram que os seis grupos de restaurações, com o emprego dos adesivos avaliados propiciaram valores pequenos de microinfiltração, cujas médias estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1. Tabela das médias dos valores de microinfiltração (mm)

	SMUP	P&B	O.S.	OPTIB	SB	B1
1	0,44	0,02	0,35	0,14	0	0,51
2	0	0,26	0,53	0,35	1,08	0,7
3	0,36	0,44	0	0,78	0,09	0,11
4	0,2	0,27	0	0,35	0,13	0,15
5	0,29	0	0	0,47	0,26	0,79
6	0,55	0,57	0	0,3	0,6	0,15
7	0,38	0,21	0	0,52	0	0
8	0,06	0,43	0,14	0,08	0,2	0,34
Média	0,28	0,27	0,13	0,37	0,29	0,34

MPP: Scotchbond™ Multi Uso Plus – Grupo de controle
P&B: Prime & Bond® 2.1.
O.S.: One Step®
OPTIB: Optibond® AIO
SB: Single Bond
B1: Bond-1®

O Gráfico 1 representa os valores das médias das microinfiltrações (mm), nas secções vestibular e lingual, para os seis adesivos avaliados. As Figuras 1, 2 e 3 representam os diversos graus de microinfiltração nos diferentes materiais avaliados.

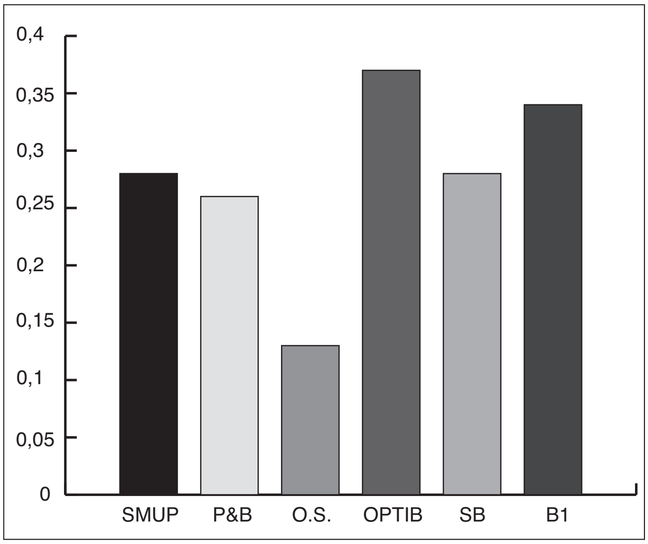


Gráfico 1. Valores das médias das microinfiltrações (mm) nas secções vestibular e lingual (SMUP = 0,28, P&B = 0,27, O.S. – 0,13, OPTI = 0,37, SB = 0,29, B1 = 0,34)

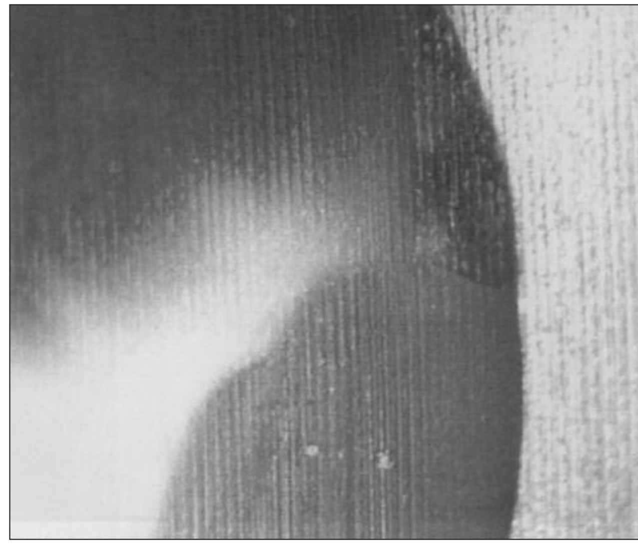


Figura 2. Fotomicrografia representando microinfiltração moderada na margem cervical de restauração utilizando adesivo

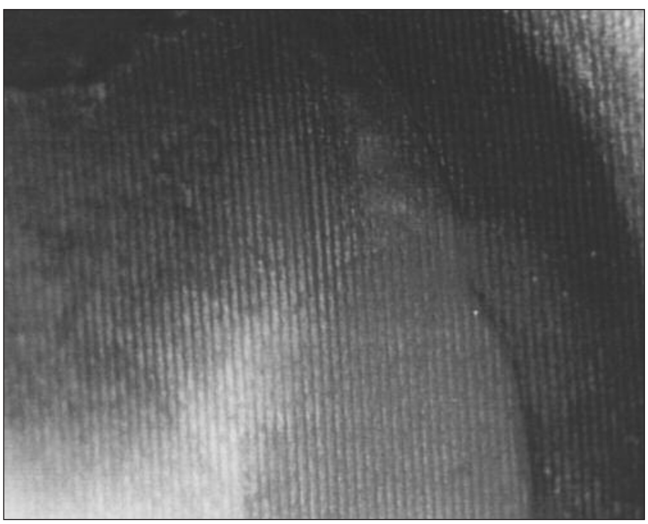


Figura 1. Fotomicrografia representando ausência de microinfiltração na margem cervical da restauração utilizando adesivo

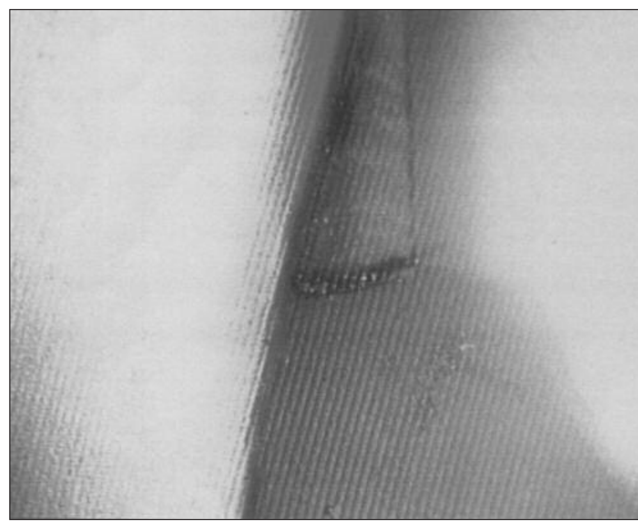


Figura 3. Fotomicrografia representando maior grau de microinfiltração na margem cervical de restauração utilizando adesivo

Discussão

A microinfiltração presente na interface dente-restauração têm sido estudada, visto que, pode causar injúrias ao órgão pulpar, cáries secundárias, hipersensibilidade dentinária e influenciar na longevidade das restaurações. Na literatura verifica-se que vários são os testes utilizados para avaliar o grau de microinfiltração, com variação da metodologia em relação ao corante utilizado, número de ciclos e temperatura empregados na termociclagem, e dispositivos utilizados para a medição do grau de infiltração, propriamente dita.

Poucos estudos de acompanhamento clínico foram realizados *in vivo* e isso, provavelmente se deve às dificuldades de manejo e acompanhamento de pacientes infantis. Além disso, as pesquisas clínicas tornam-se difíceis em função das modificações que os sistemas adesivos sofrem em tão pequeno intervalo de tempo. Ou seja, quando o material deixa de ser dogmático e apresenta subsídios sustentatórios provavelmente ele já tenha sido substituído ou sofrido alguma alteração significante, dificultando sobremaneira o processo de avaliação. Contudo, é nosso ponto de vista, que o suporte de investigações clínicas seja muito importante, pois permite a obtenção de informações reais sobre os possíveis efeitos do estresse oclusal mecânico na cavidade bucal.

Os resultados desta pesquisa mostram baixos valores de microinfiltração quando do uso de adesivos monocomponentes (Prime & Bond® 2.1, Dentsply International Inc.; Optibond® AIO, Kerr Corporation; Bond-1®, Pentron

Clinical Technologies – LLC; One Step®, Bisco Inc.; Single Bond, 3M Corporation); e não estatisticamente diferentes daquele observado para o Scotchbond™ Multi Uso Plus (3M Corporation). Isso leva a concluir que os adesivos monocomponentes podem ser eleitos pela praticidade e economia de tempo de trabalho, principalmente quando do atendimento clínico em Odontopediatria, se comparado aos sistemas de adesão convencionais, de dois frascos, sem, com isso, perder em qualidade. Finger e Fritz[10] (1996) verificaram altos valores de resistência adesiva em dentina, para o sistema adesivo One Step, de frasco único. Se comparar os resultados de força de resistência adesiva ao de microinfiltração deste experimento, observa-se que o adesivo One Step apresentou valores extremamente baixos de microinfiltração (0,13 mm) (e altos valores de), resistência adesiva[10], o que leva a sugerir que quanto menor a microinfiltração, maior será a força de resistência de adesão apresentada pelo adesivo e melhor a sua qualidade. Retief[19] (1994) constatou que a resistência ao cisalhamento de aproximadamente 21 MPa poderia reduzir a infiltração marginal a zero. Contudo, mais pesquisas devem ser direcionadas para analisar a relação entre microinfiltração/resistência adesiva existente quando do uso de sistemas adesivos dentinários.

Nikaido *et al.*[16] (1997) verificaram que a resistência de união à dentina aumentou quando foi aplicado duas camadas de adesivo na superfície dentinária de dentes bovinos. Já Swift *et al.*[22] (1998) verificaram que múltiplas aplicações de adesivos diminuíram a força de resistência de união da maioria dos adesivos avaliados. Considerando-se que a espessura do adesivo pode interferir na adesão do material restaurador, torna-se imprescindível seguir a técnica adequada. Nesta pesquisa também foi observado que além do número de camadas, outros fatores podem influenciar na adesão, como a umidade da dentina ou o tipo de compósito utilizado. Swift *et al.*[22] (1998) sugeriram, com base nos resultados de sua pesquisa, que a diferença de composição química dos sistemas de adesão pode influenciar nos valores obtidos de resistência adesiva. Em seus resultados os autores verificaram que os adesivos monocomponentes que continham solvente à base de acetona e álcool obtiveram valores de resistência adesiva maiores que o de base aquosa. Constatou-se que a maioria dos sistemas de frasco único teve maior resistência adesiva que os convencionais, de dois frascos, com exceção do Syntac Single Component (Vivadent), que representa um sistema adesivo monocomponente, cujo solvente é à base de água. Os resultados desta pesquisa, entretanto, não revelaram diferenças estatisticamente significante entre estes dois sistemas. Wang e Spencer[28] (2005) detectaram diferenças entre seis adesivos dentinários monocomponentes, no que se refere à espessura da camada híbrida formada, que variou de 4,1 a 9,2 µm.

Com relação à umidade, observa-se que muitos estudos preconizam que não se realize secagem excessiva da superfície dentinária[13-14,17] para impedir o colapso das fibras colágenas, já que a maioria dos primers ou associações primer/adesivos são hidrofílicos. Contudo, Charlton e Beatty[8] (1994) não encontraram diferenças significantes com relação à dentina seca ou úmida. Como não foi o propósito deste experimento comparar a eficácia dos materiais quanto à seleção de dentina seca ou hidratada, optou-se por executar esta última opção por apresentar maior respaldo científico.

Na literatura, verifica-se que com a evolução dos adesivos dentinários, houve maior interesse dos fabricantes em diminuir o número de passos operatórios. Assim os sistemas monocomponentes, que contém o primer e o bond num só frasco, surgiram para propiciar maior praticidade ao clínico geral no exercício de suas funções. Entretanto, Van Landuyt *et al.*[25] (2006) constataram que a transformação de um adesivo de monocomponente, de passo único para um sistema de dois passos, por meio da inserção de determinados procedimentos operatórios resultaram em maiores valores de força adesiva, apesar dessa diferença não ser estatisticmante significante.

Atualmente, os sistemas autocondicionantes, desenvolvidos com o mesmo propósito, vêm sendo empregado por diversos profissionais. Os sistemas denominados “all in one”, contem o primer, o bond o agente condicionador no mesmo frasco.

Não se sabe, contudo, o efeito que o ácido presente nos sistemas poderia acarretar na estrutura dentinária e na vitalidade do órgão pulpar a longo prazo, já que não há lavagem para remoção do agente condicionador.

Outro fator a ser considerado é com relação à camada híbrida formada. Alguns autores como Nikaido *et al.*[16] (1997) afirmaram que a camada híbrida formada em dentes decíduos é menor que a dos permanentes. Cabral *et al.*[4] (1996) afirmaram que o pré-tratamento imposto à dentina, utilizando-se ácido fosfórico ou maleico 10%, que removiam o “smear layer”, produziram uma camada híbrida eficiente no selamento dos canalículos dentinários. Quanto à penetração do adesivo “all in one” dentro dos túbulos dentinários, verifica-se que a falta de penetração total poderia resultar na formação de espaçamentos e de uma zona não hibridizada, que poderia acarretar em prejuízos na adesão à estrutura dentária e microinfiltração[5,11,20].

Assim, o surgimento contínuo de novos materiais adesivos como os monocomponentes e autocondicionantes, leva à necessidade de mais estudos clínicos longitudinais em relação à estabilidade de adesão ao substrato dentário, bem como o selamento das áreas marginais do preparo cavitário. Contudo, esses sistemas são promissores e constituem uma boa alternativa, principalmente porque facilitam a técnica adesiva e garantem menor influência de variáveis inerentes ao processo[21]. É preciso prever o comportamento das restaurações adesivas ao longo do tempo na cavidade oral, que representa um ambiente que certamente exerce influência sobre o perfil clínico das restaurações[5].

Conclusões

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, conclui-se que:

1. Todos os adesivos avaliados apresenta microin-

filtração nas margens cervicais dos preparos cavitários em graus variados. Não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos quando comparados entre si ($p < 0,05$).

2. Apesar da ausência de diferença estatisticamente significante entre os grupos, observa-se que o sistema de frasco único One Step apresenta os menores valores de microinfiltração e o Optibond® AIO e Bond-1® os maiores (0,37 e 0,34 mm) respectivamente; uma situação intermediária foi encontrada para os materiais Scotchbond™ Multi Uso Plus (0,28 mm), Prime & Bond® (0,27 mm) e Single Bond (0,29 mm).

Referências

1. Al-Salehi SK, Burke FJT. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. Quintessence Int. 1997;28(11):717-23.
2. Barkmeier WW, Hammesfahr PD, Latta MA. Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. Oper Dent. 1999;24(1):51-6.
3. Bhaskar SN. Histologia e embriologia oral de Orban. 8ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas; 1978. p.47-141.
4. Cabral AJ, Melo AS, Santos RL, Inês FAJ. Evolução dos sistemas adesivos. Rev Fac Odontol Pernambuco 1996;14(1/2):29-32.
5. Casagrande L, De Hipólito V, De Goes MF, Araujo FB. Bond strength and interfacial morphology of two adhesive systems to deciduous dentin: in vitro study. J Clin Pediatr Dent. 2005;29(4):317-22.
6. Chain MC, Leinfelder KF. O estágio atual dos adesivos dentinários. Rev Assoc Paul Cir Dent. 1993;47(6):1173-80.
8. Charlton DG, Beatty MW. The effect of dentin surface moisture on bond strength to dentin agent. Oper Dent. 1994;19(4):154-8.
7. Charlton DG. Dentin bonding: past and present. Gen Dent. 1996;44(6):498-507.
9. El Kalla IH, Garcia-Godoy F. Bond strength and interfacial micromorphology of four adhesive systems in primary and permanent molars. ASDC J Dent Child. 1998;65(3):169-76.
10. Finger WJ, Fritz U. Laboratory evaluation of one-component enamel/dentin bonding agents. Am J Dent. 1996;9(5):206-10.
11. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. J Dent. 2002;30(2/3):99-105.
12. Hashimoto M, Tay FR, Svizero NR, de Gee AJ, Feilzer AJ, Sano H et al. The effects of common errors on sealing ability of total-etch adhesives. Dent Mater. 2006;22(6):560-8.
13. Kanca J. One step bond strength to enamel and dentin. Am J Dent. 1997;10(1):5-8.
14. Miranda Jr WG. Avaliação “in vitro” da infiltração nas caixas proximais de pré-molares humanos restaurados com diferentes adesivos universais e resinas compostas [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 1994.
15. Myaki SI, Balduci I. Microinfiltração em restaurações ocluso-proximais de molares decíduos restaurados com resina composta após diferentes pré-tratamentos de esmalte e dentina. Pesq Bras Odontopediatr Clin Integr. 2005;5(1):9-15.
16. Nikaido T, Nakajima M, Higashi T, Kanemura N, Pereira PN, Tagami J. Shear bond strengths of a single-step bonding system to enamel and dentin. Dent Mater J. 1997;16(1):40-7.
17. Perdigão J, Ramos JC, Lambrechts P. *In vitro* interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. Dent Mater. 1997; 13(4):218-27.
18. Provasi ET, Bussadori SK, Oliveira MDM, Miranda Jr WG. Avaliação in vitro da microinfiltração de adesivos em molares decíduos. JBP J Bras Odontopediatr Odontol Bebê. 1999;2(9):369-74.
19. Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? Int Dent J. 1994;44(1):19-26.
20. Ribeiro M, Monnerat AF. Sistemas adesivos atuais: revisão da literatura e discussão clínica. Rev Bras Odontol. 2001;58(2):112-6.
21. Rodrigues Filho LE, Lodovici E. Entendendo a utilização de um sistema adesivo autocondicionante. Rev Assoc Paul Cir Dent. 2003;57(1):53-7.
22. Swift EJ, Perdigão J, Heymann HO. Enamel bond strengths of “one-bottle” adhesives. Pediatr Dent. 1998;20(4):259-62.
23. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. J Adhes Dent. 2000;2(2):83-98.
24. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. J Dent. 1992; 20(1):3-10.
25. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. Dent Mater. 2006;22(6):533-44.
26. Van Meerbeek B, Vanherle G, Lambrechts P, Braem M. Dentin and enamel bonding agents. Curr Opin Dent. 1992;2:117-27.
27. Van Meerbeek B, Conn Jr LJ, Duke ES, Eick JD, Robinson SJ, Guerrero D. Correlative transmission electron microscopy examination of nondemineralized and demineralized resin-dentin interfaces formed by two dentin adhesive systems. J Dent Res. 1996;75(3) 879-88.
28. Wang Y, Spencer P. Evaluation of the interface between one-bottle adhesive systems and dentin by Goldner’s trichrome. Am J Dent. 2005;18(1):66-72.

Recebido em 02/3/2007

Aceito em 06/9/2007

Rev Inst Ciênc Saúde
2008; 26(1):76-81

DENTISTRY

In vitro *microleakage study, using monocomponent adhesives, in restorations of primary molars*

Raquel Cristina Barbosa Ulson*
Miriam Lacalle Turbino**
Ana Lídia Ciamponi***

Abstract

Introduction – The purpose of this study was to evaluate the marginal microleakage in interfaces between the gingival edges of the proximal box of class II cavities and several adhesive monocomponent systems. So that, five different single bottle systems were applied on deciduous molars restored with a light-cured composite resin (Z100™, 3M Corporation), as follows: Prime & Bond® 2.1 (Dentsply International Inc.), One Step® (Bisco Inc.), Optibond® AIO (Kerr Corporation), Single Bond (3M Corporation), Bond-1® (Pentron Clinical Technologies, LLC). A conventional system with separate bottles (Scotchbond™ Multi-Purpose Plus, 3M Corporation) was used as the control group. ***Material and Methods*** *– Samples comprised 24 deciduous molars divided in six groups of four teeth, in which 48 class II cavity preparations (MO-OD) were made. Two different adhesives bonded to dentin were applied in the respective cavity of each tooth (MO-OD). The teeth were restored with a composite resin and stored in distilled water. Subsequently, they were thermocycled (700 times of 5°C and 55°C), waterproofed by staining solution (50% silver nitrate), and sliced. Microleakage evaluation was performed by a morphometric analysis system in the Laboratory of Dentistry Computer Science (LDCS) at School of Dentistry at São Paulo University, using the software Image Lab.* ***Results*** *– The following microleakage values (mean) were observed for the adhesive systems evaluated: 0.13 mm (One Step®), 2.1 to 0.27 mm (Prime & Bond®), 0.28 mm (Scotchbond™ Multi Purpose Plus), 0.29 mm (Single Bond), 0.34 mm (Bond-1®), and 0.37 mm (Optibond® AIO).* ***Conclusions*** *– After the statistical analysis (Kruskal-Wallis), it was concluded that all groups showed low microleakage values, despite no statistically significant differences ($p < 0.05$) were detected among the materials evaluated.*

Key words: Dentin bonding agents; Dental leakage; Primary dentition

Introduction

Microleakage was defined as the passage of bacteria, fluids, molecules or ions through micro gaps between the cavity preparation wall and the material for restoration applied on it[24].

The acid-etch enamel technique, developed by Michael Buonocore in 1955, has allowed a significant progress regarding to knowledge of adhesive systems adopted in Dentistry, being accepted as a routine technique, since the beginning of seventies[6].

In the last years, several studies have been developed in order to create efficient bonding systems that promote adhesion to enamel and dentin. The enamel is a dental tissue with prismatic structure, consisting of 96% minerals, and 4% water and proteins. The dentin, in its turn, presents a tubular structure made-up of 70% hydroxyapatite, 18% collagen, and 12% water[3]. Due to these differences, bonding mechanisms to dentin became more complex than bonding to enamel[17]. Additionally, the lack of compatibility between hydrophobic resinous adhesives and hydrophilic dentin also makes the adhesion difficult. Moreover, the smear layer corresponds to a layer raging from 1 to 5 μm of blood, oil, bacteria, saliva, enamel and fragments, which were produced during the cavity preparation. This layer could influence on bonding the resin to dentin, preventing the close contact between them, and, consequently, interfering in the quality of the hybrid layer produced[26].

The dentin bonding agents' evolution has promoted a significant improvement of adhesive strength. Current products are more resistant than old ones, as well as, they require simplified application techniques, improving the practicability of the procedure and reducing the manipulation time wasted by the practitioner. Within the monocomponent adhesive materials arising, in which the primer and the bonding agent are in a single bottle system, the number of application steps was reduced, and the material composition achieved better mixture homogeneity.

According to Van Landuyt *et al.*[25] (2006), in spite of increasing the number of application steps, the additional application of a hydrophobic bonding agent to dentin improved bonding effectiveness, when a single

* MSc in Pediatric Dentistry, School of Dentistry, University of São Paulo. Intern of Discipline of Operative Dentistry, School of Dentistry, University of São Paulo. Assistant Professor, Discipline of Pediatric Dentistry, University Center, Faculdades Metropolitanas Unidas. E-mail: odontoulson@terra.com.br
** Associate Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, University of São Paulo.
*** Phd, Professor, Department of Pedodontics, School of Dentistry, University of São Paulo

bottle system was used (One-step self-etch). The authors also reported that the dentin acid etching must be avoided, in order to prevent reduction in the adhesive strength, compromising the longevity of restorations.

The self-etching systems contain primers that comprise acid monomers with higher pH values when compared with the traditional ones. Therefore, these bonding agents are less aggressive regarding to the demineralization degree of the substrate. Theoretically, the difference between the demineralized area and the adhesive infiltrated one would be limited or absent, due to simultaneous hydrophilic monomer impregnation on the decalcified area, including the smear layer in the bonding process[23].

At present, some adhesive systems keep a non-rinse conditioner agent to save the manipulation time. Recently, simplified adhesive systems have been introduced. These self-conditioner systems, called all-in-one adhesive, contain the acid, the primer, and the bonding agent in a single bottle, which require a very simplified application technique, reducing post-treatment sensitivity. Nevertheless, Myaki and Balduci[15] (2005) concluded that the application of a self-etching adhesive system (Prompt L-Pop) or a non-rinse conditioner (NRC) system resulted in higher microleakage values when compared with multiple step adhesive system (Prime & Bond® NT). Excessive dry bonding of self-etching systems caused collapse of the collagen matrix providing higher resin infiltration. On the contrary, the excess of monomer solvent or residual water resulted in dilution or incomplete polymerization of resin leading to severe nanoleakage formation[12].

Finger and Fritz[10] (1996) evaluated in vitro shear bond strengths to teeth of five commercial single bottle bonding agents to dentin and enamel. The results showed that mean shear bond strengths were between 23 and 35 MPa to enamel, those to dentin between 3.5 and 25 MPa. Microscopic analysis (500X) showed that all adhesives produced hybrid layers between 2 and 10 μm thick. Based on the literature review, Al-Salehi and Burke[11] (1997) assumed that there was little standardization for the techniques used to evaluate bond strengths to dentin of several adhesive systems available; particularly, regarding to film thickness, type and depth of dentin evaluated, dentin surface conditions (dry or moist), and either the presence or absence of thermocycling.

Van Meerbeek *et al.*[27] (1996) observed, by transmission electron microscopy, that either the adhesive Scotchbond™ Multi Purpose (two bottles) or Optibond® AIO (one bottle) had micromechanical adhesion with formation of the hybrid layer. However, the hybrid layer of the monocomponent system showed the best performance regarding to ultrastructure uniformity, acid resistance, and electron density. On the other hand, Wang and Spencer[28] (2005) evaluated the hybrid layers in interfaces between dentin and six one-bottle adhesive systems. The authors found hybrid layers thickness variable, ranged from 4.1 to 9.2 μm for the six adhesive systems, according to the adhesive composition or the ability to tolerate water during the infiltration of the resinous monomer into the demineralized matrix.

El Kalla and Garcia-Godoy[9] (1998) found a variety of conditions on the dentin hybridization process of deciduous and permanent teeth, using monocomponent dentin bonding agents. The standards of infiltration through dentinal tubules were variable according to the type of adhesive in which the hybrid layer thickness was wider in permanent teeth.

According to Provasi *et al.*[18] (1999), the acid self-etching system results in lower microleakage values, independently of the adhesive type on deciduous molars. Nevertheless, after the treatment, the authors did not observe statistically significant difference for all the evaluated adhesives. The effect of acid conditioning of dentin on bond strengths to enamel and dentin was also evaluated by Barkmeier *et al.*[2] (1999), varying the application regimens using a one-component dental adhesive system (Prime & Bond® 2.1). Results showed that there was no significant difference ($p < 0.05$) among the bond strengths in either the enamel or the dentin groups using the three application regimens. The acid etching did not increase bond strengths. At present, the phosphoric acid with concentration ranged from 34 to 37% has been the most used etching agent.

Several trials evaluated the dentin adhesive effectiveness for the permanent teeth; however, fewer works were found regarding to deciduous teeth[5,9].

Therefore, the objective of this work was to evaluate the marginal microleakage in interfaces between the gingival edges of the proximal box of class II cavities and several adhesive monocomponent systems, on deciduous molars restored with a composite resin.

Material and Methods

Samples comprised 24 healthy deciduous extracted molars, originally provided from the Bank of Deciduous Teeth of the FOUSP. All selected molars were then randomly assigned to six groups of four teeth each. Two cavities were prepared on the proximal face of each molar (O-M and O-D), in which two different adhesives bonded to dentin were applied, being that each cavity received one of them. Groups were divided according to some variation factors, as follows: G1: Scotchbond™ Multi Purpose Plus (3M Corporation) + Z100™ (3M Corporation) – Control group; G2: Prime & Bond® 2.1 (Dentsply International Inc.) + Z100™ (3M Corporation); G3: One Step® (Bisco Inc.) + Z100™ (3M Corporation); G4: Optibond® AIO (Kerr Corporation) + Z100™ (3M Corporation); G5: Single Bond (3M Corporation) + Z100™ (3M Corporation); G6: Bond-1® (Pentron Clinical Technologies, LLC) + Z100™ (3M Corporation).

After cavities cleaning, cavity preparation was made with drill carbide 329 using high rotation, being that the proximal box shape was paraocclusally convergent to the internal rounded angles. A dry tip caliper was used to check depth and width measures. The adhesives were applied by brushes, as the manufacturers recommend, after gel-acid-etching for 15 seconds, washing, and drying with air jet for 2 seconds. Next, pre-contoured matrix steel (5 mm) was adapted, assembled on Tofflemire's matrix retainer. The resin was inserted in layers by applying technique using a Hollenback's tool. This procedure began on the proximal box with polymerization process of each portion took place for 40 seconds. At the end of restoration, the matrix was removed and the composite finishing was done by diamonded burs extra-fine series (K. G. Sorensen). One day after storage in distilled water, the teeth were polished using Soft-Lex discs. Following, the teeth were stored in distilled water at room temperature for one week. Then, the samples were submitted to a thermal cycle (Ética Engenharia Ltda), by immersion into water baths 700 times of 5°C and 55°C for 30 seconds each time with intervals of 6 seconds between two immersions. Subsequently, two layers of nail red enamel were applied to teeth to waterproof them, keeping an area of 1mm width around the restorations. Afterwards, the teeth were placed in a plastic beaker and immersed in silver nitrate 50% solution, for 2 hours at dark environment. Next, they were washed in distilled water for one minute and kept under fluorescent light for 8 hours. The teeth were included in an epoxy resin, placed in ice molds previously covered with petroleum jelly. Within 24 hours, the resin blocks were removed and the samples were longitudinally sectioned (mesiodistal direction) by a Labcut machine (Eltec) using a high-rotation diamonded disc. Microleakage evaluation was performed by a morphometric analysis system, using a light microscope connected to software Image Lab system developed by the Laboratory of Dentistry Computer Science (LDCS) at FOUSP. The analysis system was previously calibrated to evaluate data's survey.

Statistical analysis was carried out using the Kruskal-Wallis test, with the software GMC 7.7.

Results

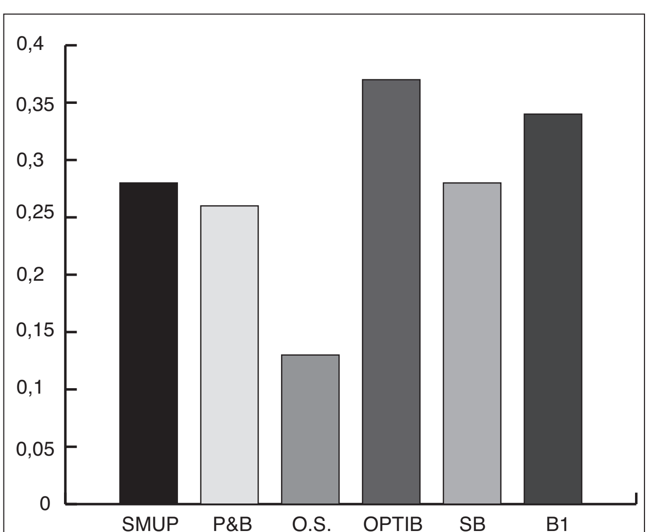
The results of this study revealed that all six groups of restorations, using the different adhesives evaluated, showed low microleakage values of which means can be seen from the Table 1.

Table 1. Means of the microleakage values (mm)

	SMUP	P&B	O.S.	OPTIB	SB	B1
1	0,44	0,02	0,35	0,14	0	0,51
2	0	0,26	0,53	0,35	1,08	0,7
3	0,36	0,44	0	0,78	0,09	0,11
4	0,2	0,27	0	0,35	0,13	0,15
5	0,29	0	0	0,47	0,26	0,79
6	0,55	0,57	0	0,3	0,6	0,15
7	0,38	0,21	0	0,52	0	0
8	0,06	0,43	0,14	0,08	0,2	0,34
Means	0,28	0,27	0,13	0,37	0,29	0,34

MPP: Scotchbond™ Multi Uso Plus – Grupo de controle
P&B: Prime & Bond® 2.1.
O.S.: One Step®
OPTIB: Optibond® AIO
SB: Single Bond
B1: Bond-1®

Graph 1 showed the means of the microleakage values (mm) on the vestibular and lingual sections, for the six adhesives evaluated. It can be seen from the Figures 1, 2, and 3 that the different materials evaluated showed different microleakage degrees.



Graph 1. Means of the microleakage values (mm) in the vestibular and lingual sections (SMUP = 0,28, P&B = 0,27, O.S. - 0,13, OPTI = 0,37, SB = 0,29, B1 = 0,34)

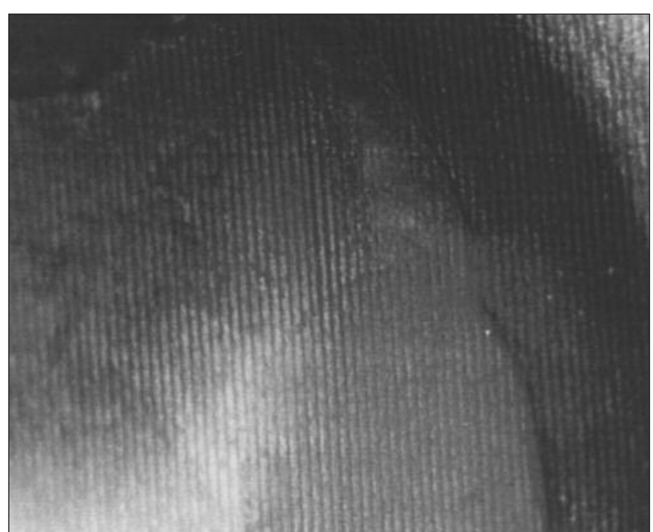


Figure 1. Photomicrography representing absence of microleakage on the cervical edge of the restoration with bonding system

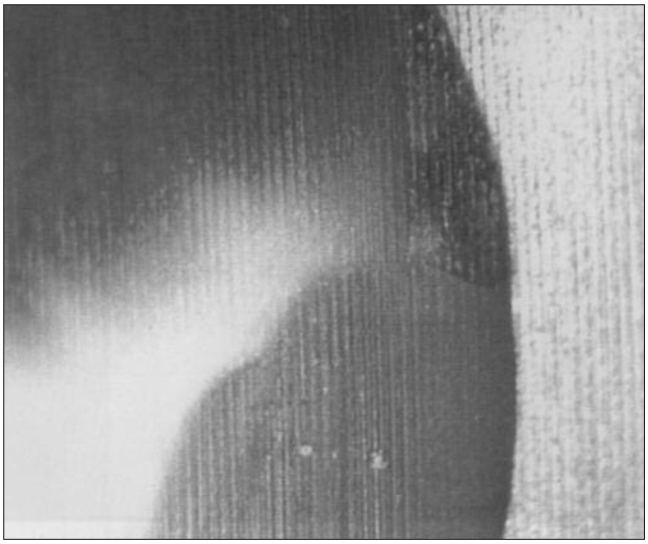


Figure 2. Photomicrography representing moderate microleakage on the cervical edge of restoration with bonding system

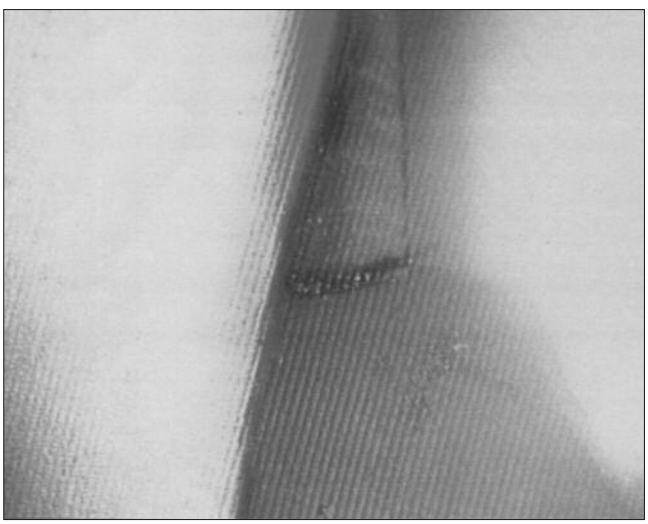


Figure 3. Photomicrography representing the highest degree of microleakage on the cervical edge of restoration with bonding system

Discussion

Microlekage in interfaces between tooth and restoration have been widely studied, since it contributes to the occurrence of pulpal organ lesions, secondary carious lesions, dentin hyper-sensibility, and influences on restoration's longevity. In the literature, several tests have been described to evaluate microleakage degree in which different methodologies were applied regarding to the staining, number of cycles and thermocycling temperature, and devices used for measurement of the leakage degree.

From the results of this research, it may be shown that microleakage values were low for all monocomponent adhesive systems evaluated, as follows: Prime & Bond® 2.1 (Dentsply International Inc.), Optibond® AIO (Kerr Corporation), Bond-1® (Pentron Clinical Technologies, LLC), One Step® (Bisco Inc.), and Single Bond (3M Corporation). Additionally, no statistical difference was observed when they were compared with Scotchbond™ Multi-Purpose Plus (3M Corporation). We strongly suggested that monocomponent adhesive systems should be chosen, mainly in the pediatric dentistry attendance service, because they showed many advantages when compared with conventional adhesion systems with two bottles. For example, they were easier to be applied, took shorter manipulation time, and kept a satisfactory restoration quality. According to Finger and Fritz[10] (1996), the single bottle system (One-step adhesive) showed high bond strength to dentin. Comparing bond strengths with microleakage values, our results showed that the One-step adhesive presented extremely low microleakage values (0.13 mm), and high bond strength values, similar to those described by Finger and Fritz[10] (1996). From these results, we suggested a trend that follows lower microleakage values, higher bond strength values, and better adhesive quality. Retief[19] (1994) reported that 21 MPa of shear bond strength could eliminate the marginal leakage. Nevertheless, further studies are required to clarify the correlation between microleakage and bond strength regarding to adhesive systems to dentin.

Nikaido *et al.*[16] (1997) assumed that double coating of adhesive improved the bond strengths to dentin of bovine teeth. However, Swift *et al.*[22] (1998) observed that multiple applications reduced bond strengths for most of adhesives evaluated. Considering that adhesive thickness may influence on restoring material bonding to the enamel and dentin, applying the appropriate technique is essential to succeed the restoration. In the present study, it was also observed that beyond the number of layers; other factors could influence on adhesion, as, for example, moisture of dentin or type of composite. Swift *et al.*[22] (1998) suggested that the chemical composition of different adhesion systems may influence on bond strength values. The authors observed that monocomponent adhesives composed of acetone or ethanol as solvents showed higher bond strength values than those composed of water. It was noticed that most of the single bottle systems showed higher bond strengths than the conventional ones with two bottles, except the Syntac Single Component (Vivadent) that is a monocomponent adhesive system composed of water. However, our results did not reveal statistically significant differences between these two systems. Wang and Spencer[28] (2005) observed differences among six monocomponent bonding agents to dentin regarding to the hybrid layer thickness, which values ranged from 4.1 to 9.2 μm.

Concerning to the moisture, several authors assumed that the dentin surface should not be excessively dried to avoid the collapse of collagen fibers, since most of the primers or primer/adhesive associations are hydrophilic[13-14,17]. Nevertheless, Charlton and Beatty[8] (1994) did not find significant differences between dry and moist dentin. As the purpose of the present study was not to compare dry dentin with moist dentin regarding to effectiveness of materials, we choose the last one based on the literature.

As described in the literature, within the evolution of dentin bonding agents, the manufactures showed great interest in reducing the number of application steps. Thus, the monocomponent systems in which the primer and the bonding agent are in a single bottle appeared to simplify the application technique used clinically. However, Van Landuyt *et al.*[25] (2006) showed that the addition of some application procedures could transform the monocomponent adhesive with only one-step into a two-step system, resulting in higher bond strength values, despite those differences were not statistically significant.

At present, several practitioners have used the self-etching systems developed with the same purpose. The self-etching systems, called all-in-one adhesive, contain the acid, the primer, and the bonding agent in a single bottle.

Nevertheless, the long-term effect of the acid present in these systems on dentinal structure and pulpal organ vitality is still unknown, considering that rinsing for removal of the etching agent is not currently used.

The formation of a hybrid layer is another factor that should be considered. Some authors as Nikaido *et al.*[16] (1997) assumed that the hybrid layer formed on deciduous teeth was lower than those permanent ones. Cabral *et al.*[4] (1996) affirmed that the pre-treatment applied to dentin, using phosphoric acid or maleic acid 10% solution, removed the smear layer and produced an efficient hybrid layer to seal dentinal tubules. Concerning the infiltration of the all-in-one adhesive inside dentinal tubules, the lack of total infiltration might result in a gap and a non hybridized zone formation, which could interfere on dental structure adhesion, resulting in microleakage[5,11,20].

Within new adhesive materials continuously arising, such as monocomponents and self-etching systems, further long-term clinical studies are required mainly to clarify the adhesion stability to the dental substrate, as well as the sealing of cavity preparation marginal areas. Nevertheless, these new adhesive systems are promising and a suitable alternative; mainly because they simplify the technique of application and guarantee less influence of variables inherent in the process[21]. Predicting the evolution of the bonding restorations in the oral cavity, over the time, is necessary, which represents an environment that has influence on the clinical profile of the restorations[5].

Conclusions

Within the applied methodology and obtained results of this study, the following conclusions were drawn.

1. All adhesive systems analyzed showed different degrees of microleakage on the cervical edges of the cavity preparations. No statistically significant difference was detected among the six groups evaluated ($p < 0.05$).
2. Despite the absence of statistically significant difference among the groups, while the single bottle system (One-step adhesive) presented the lowest microleakage values, the Optibond® AIO and Bond-1® showed the highest ones (0.37 and 0.34 mm, respectively). An intermediary condition was observed for the following materials: Scotchbond™ Multi-Purpose Plus (0.28 mm), Prime & Bond® (0.27 mm) and Single Bond (0.29 mm).

References

1. Al-Salehi SK, Burke FJT. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. Quintessence Int. 1997;28(11):717-23.
2. Barkmeier WW, Hammesfahr PD, Latta MA. Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. Oper Dent. 1999;24(1):51-6.
3. Bhaskar SN. Histologia e embriologia oral de Orban. 8ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas; 1978. p.47-141.
4. Cabral AJ, Melo AS, Santos RL, Inês FAJ. Evolução dos sistemas adesivos. Rev Fac Odontol Pernambuco 1996;14(1/2):29-32.
5. Casagrande L, De Hipólito V, De Goes MF, Araujo FB. Bond strength and interfacial morphology of two adhesive systems to deciduous dentin: in vitro study. J Clin Pediatr Dent. 2005;29(4):317-22.
6. Chain MC, Leinfelder KF. O estágio atual dos adesivos dentinários. Rev Assoc Paul Cir Dent. 1993;47(6):1173-80.
8. Charlton DG, Beatty MW. The effect of dentin surface moisture on bond strength to dentin agent. Oper Dent. 1994;19(4):154-8.
7. Charlton DG. Dentin bonding: past and present. Gen Dent. 1996;44(6):498-507.
9. El Kalla IH, Garcia-Godoy F. Bond strength and interfacial micromorphology of four adhesive systems in primary and permanent molars. ASDC J Dent Child. 1998;65(3):169-76.
10. Finger WJ, Fritz U. Laboratory evaluation of one-component enamel/dentin bonding agents. Am J Dent. 1996;9(5):206-10.
11. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. J Dent. 2002;30(2/3):99-105.
12. Hashimoto M, Tay FR, Svizero NR, de Gee AJ, Feilzer AJ, Sano H et al. The effects of common errors on sealing ability of total-etch adhesives. Dent Mater. 2006;22(6):560-8.
13. Kanca J. One step bond strength to enamel and dentin. Am J Dent. 1997;10(1):5-8.
14. Miranda Jr WG. Avaliação "in vitro" da infiltração nas caixas proximais de pré-molares humanos restaurados com diferentes adesivos universais e resinas compostas [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 1994.

15. Myaki SI, Balduci I. Microinfiltração em restaurações ocluso-proximais de molares decíduos restaurados com resina composta após diferentes pré-tratamentos de esmalte e dentina. Pesq Bras Odontopediatr Clin Integr. 2005;5(1):9-15.
16. Nikaido T, Nakajima M, Higashi T, Kanemura N, Pereira PN, Tagami J. Shear bond strengths of a single-step bonding system to enamel and dentin. Dent Mater J. 1997;16(1):40-7.
17. Perdigão J, Ramos JC, Lambrechts P. In vitro interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. Dent Mater. 1997; 13(4):218-27.
18. Provasi ET, Bussadori SK, Oliveira MDM, Miranda Jr WG. Avaliação *in vitro* da microinfiltração de adesivos em molares decíduos. JBP J Bras Odontopediatr Odontol Bebê. 1999;2(9):369-74.
19. Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? Int Dent J. 1994;44(1):19-26.
20. Ribeiro M, Monnerat AF. Sistemas adesivos atuais: revisão da literatura e discussão clínica. Rev Bras Odontol. 2001;58(2):112-6.
21. Rodrigues Filho LE, Lodovici E. Entendendo a utilização de um sistema adesivo autocondicionante. Rev Assoc Paul Cir Dent. 2003;57(1):53-7.
22. Swift EJ, Perdigão J, Heymann HO. Enamel bond strengths of "one-bottle" adhesives. Pediatr Dent. 1998;20(4):259-62.
23. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. J Adhes Dent. 2000;2(2):83-98.
24. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. J Dent. 1992; 20(1):3-10.
25. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. Dent Mater. 2006;22(6):533-44.
26. Van Meerbeek B, Vanherle G, Lambrechts P, Braem M. Dentin and enamel bonding agents. Curr Opin Dent. 1992;2:117-27.
27. Van Meerbeek B, Conn Jr LJ, Duke ES, Eick JD, Robinson SJ, Guerrero D. Correlative transmission electron microscopy examination of nondemineralized and demineralized resin-dentin interfaces formed by two dentin adhesive systems. J Dent Res. 1996;75(3) 879-88.
28. Wang Y, Spencer P. Evaluation of the interface between one-bottle adhesive systems and dentin by Goldner's trichrome. Am J Dent. 2005;18(1):66-72.

Received in 02/3/2007

Accepted in 06/9/2007