

Efeito da ciclagem térmica na microinfiltração e microtração de restaurações de resina composta

Effect of thermal cycling on microleakage and μ TBS of resin-composite restorations

Larissa Maria Cavalcante*
Luis Felipe Jochims Schneider**
Luciana de Souza Silva***
Ana Karina Bedran-Russo****
Luiz André Freire Pimenta*****

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a microinfiltração e a resistência de união à dentina por meio do teste de microtração em restaurações classe III, usando dois sistemas adesivos – o autocondicionante Clearfil SE Bond®/Kuraray (SE) e o sistema de condicionamento ácido total Single Bond®/3MEspe (SB) –, submetidas (C) ou não à ciclagem térmica (NC). Foram preparadas duzentas cavidades classe III em incisivos bovinos, divididas em quatro grupos: G1:SB/NC; G2:SB/C; G3:SE/NC; G4:SE/C. Após restaurados, os G1 e G3 foram imersos em solução corante e os dentes, levados à cortadora metalográfica, sendo as restaurações seccionadas no sentido V-L em fatias de 0,7 a 0,8 mm. Essas seções foram, primeiramente, avaliadas quanto à penetração de corante e, em seguida, submetidas ao teste de microtração (área adesiva: 1 mm²), confeccionando-se espécimes em forma de “hourglass”. Para os G2 e G4 as amostras foram submetidas a 2000 ciclos térmicos (5-55 °C) e, após, sofreram os mesmos procedimentos descritos para os G1 e G3. Quanto à microinfiltração, os resultados foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$), não demonstrando diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os dados de microtração (MPa) foram submetidos ao teste Anova dois fatores e Tukey ($p < 0,05$): G1:18,80a; G2:19,78a; G3:13,29c; G4:6,23b. Independentemente da ciclagem térmica, os dois adesivos apresentaram a mesma permissibilidade de microinfiltração. O desafio térmico influenciou negativamente na força de adesão do autocondicionante SE, mas não interferiu nos valores do SB.

Palavras-chave: Resina composta. Resistência adesiva. Sistemas adesivos. Sistemas autocondicionantes. Microinfiltração.

Introdução

Desde a introdução dos sistemas adesivos, várias modificações dos constituintes desses materiais e pesquisas têm sido elaboradas com o objetivo de avaliar e melhorar sua capacidade adesiva – especialmente à dentina por ser um substrato menos favorável que o esmalte – diante dos desafios químicos, mecânicos e térmicos¹.

Muitos fatores podem influenciar na dificuldade de adesão à dentina, incluindo seu conteúdo orgânico, suas variações de composição intrínseca, a presença de fluido e o processo odontoblástico dentro dos túbulos, a presença de *smear layer* e a inerente umidade de sua superfície². Além disso, outro fator de importante influência na força de adesão é a qualidade e estrutura da dentina exposta, que varia com o tipo e idade do dente, tamanho e número de túbulos abertos e seu tratamento de superfície. Portanto, a adesão ao esmalte é uma técnica confiável, ao passo que a união à dentina ainda é, sem dúvida, um desafio a ser vencido¹. A integridade de união entre dentina e sistema adesivo tem importante implicação clínica, pois aumenta o sucesso das restaurações em resina composta³.

Nos sistemas adesivos de frasco único, a microrretenção necessária para adesão à dentina é proporcionada pela técnica do condicionamento ácido total previamente à aplicação do adesivo⁴. Por sua vez, os

* Professora Iniciante, mestra e Doutora em Clínica Odontológica - Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade de Passo Fundo - RS, Brasil.

** Professor Iniciante, mestre e Doutor em Materiais Dentários - Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade de Passo Fundo - RS, Brasil.

*** Cirurgiã-dentista, Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp - SP, Brasil.

**** Professora Assistente, mestra e Doutora em Clínica Odontológica - Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade de Illinois – Chicago - EUA.

***** Professor Titular, mestre e Doutor em Dentística Restauradora - Departamento de Ecologia Dental, Universidade da Carolina do Norte - EUA.

sistemas adesivos autocondicionantes são baseados no condicionamento ácido simultaneamente à inserção do sistema adesivo, formando uma continuidade com o substrato, o que elimina a etapa crítica da remoção do ácido e secagem da dentina, reduzindo, assim, a possibilidade de sobressecação, que pode causar o colapamento das fibras de colágeno, influenciando negativamente na adesão⁴.

Os testes de microinfiltração, microtração e cisalhamento são técnicas laboratoriais utilizadas com o intuito de determinar a capacidade de união dos materiais adesivos e, frequentemente, podem ser submetidos à ciclagem térmica prévia^{5,6}. A microinfiltração pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas e/ou íons entre a parede da cavidade dental e o material restaurador⁶.

O fracasso adesivo e a formação de fendas como resultado da contração de polimerização das resinas compostas e o diferente coeficiente de expansão térmica entre a estrutura dental e o material restaurador são fatores que contribuem para a ocorrência da microinfiltração⁷. A implicação clínica dessa falha de união e a formação de fendas acarretam a possibilidade de sensibilidade pós-operatória, pigmentação marginal, desenvolvimento de cárie recorrente e risco de perda da restauração, levando ao insucesso do tratamento⁷.

Os ensaios de resistência de união vêm sendo o método de escolha na avaliação da força adesiva, sob a ação da qual a junção adesiva se rompe. Dentre os testes existentes destacam-se os de cisalhamento e de resistência à microtração^{2,8}. O teste mecânico de microtração foi originalmente designado para permitir a avaliação da força de ligação entre o material adesivo numa pequena região de tecido dental, permitindo a obtenção de repetição de um único espécime. Uma vantagem dessa técnica é que, sendo a interface adesiva dos espécimes pequena (aproximadamente 1 mm²), há melhor distribuição de estresse durante a aplicação da carga, reduzindo a chance de ocorrerem falhas coesivas em dentina em comparação com o teste de cisalhamento, realizado numa área adesiva relativamente maior².

O objetivo deste trabalho foi avaliar uma possível relação dos dados obtidos com o teste mecâ-

nico de microtração e o grau de microinfiltração por meio da penetração do corante em cavidades classe III restauradas com dois sistemas adesivos, submetidos ou não à ciclagem térmica. A avaliação da capacidade da força adesiva e o selamento marginal de dois sistemas adesivos em relação aos efeitos da configuração da cavidade restaurada poderão fornecer resultados precisos e, possivelmente, comparativos com as reais condições clínicas bucais em qualquer outro teste convencional. As hipóteses testadas são: a ciclagem térmica promoverá diminuição da resistência adesiva para os dois tipos de sistema adesivo testado; o sistema adesivo de condicionamento ácido total apresentará menor microinfiltração e resultados de microtração superiores ao sistema autocondicionante.

Materiais e método

Foram utilizados cem dentes incisivos bovinos recém-extraídos e hígidos. Os dentes foram limpa-dos com curetas periodontais e polidos com pedrapomes e água. Em seguida, a porção coronária foi seccionada de forma transversal, aproximadamente 4 mm acima do limite amelocementário.

Foram confeccionados preparos simulando cavidades classe III nas superfícies mesial e distal, realizados em alta rotação com refrigeração ar/água com broca de carboneto de tungstênio n° 245. Os preparos apresentaram as seguintes dimensões: 3 mm vestibulolingual, 1,5 mm mesiodistal e 5 mm gengivoincisor. A margem gengival do preparo estava sempre localizada em tecido dentinário. Cada broca foi empregada no preparo de cinco cavidades, sendo em seguida substituída.

Após a confecção dos preparos, as cavidades foram restauradas aleatoriamente de acordo com os sistemas adesivos descritos no Quadro 1. A resina composta foi inserida em dois incrementos horizontais, sendo cada um fotoativado por 40s. Foi utilizada a técnica de fotoativação convencional com aparelho fotopolimerizador Optilux 500® (Demetron, Kerr, Orange, CA, EUA), com irradiância variando entre 430 e 550 mW/cm².

Quadro 1 - Materiais utilizados e forma de aplicação

Sistema adesivo	Aplicação	Procedimento restaurador
<i>Single Bond</i> ® - SB (3MESPE)	<ul style="list-style-type: none"> - condicionamento ácido total por 15s - enxaguar por 15s e remover o excesso de água com papel absorvente - aplicação de duas camadas consecutivas do sistema adesivo - secagem suave por 2-5s - fotopolimerização por 10s 	Restauração com resina Z-250® (3MESPE), inserida em dois incrementos horizontais, sendo cada incremento fotopolimerizado por 40s
<i>Clearfil Liner Bond</i> ® 2V - CL (Kuraray)	<ul style="list-style-type: none"> - aplicação do <i>primer</i> e esperar 20s - secar levemente por 2-5s - aplicar o <i>bond</i>, - secar suavemente, - fotopolimerização por 10s 	

Após a confecção das restaurações, as amostras foram armazenadas em água destilada, em estufa a 37 °C, por 24h, recebendo em seguida polimento com discos abrasivos de óxido de alumínio Soflex® (3MESPE, St Paul, MN, EUA); então, cada grupo foi subdividido quanto à ciclagem térmica em ciclados (C) ou não ciclados (NC). Para os grupos não ciclados, as amostras foram armazenadas em recipiente fechado contendo água destilada e mantidas em estufa a 37 °C até o momento de sua utilização. Para os grupos ciclados, as amostras foram acondicionadas e submetidas a 2000 ciclos térmicos, realizados em máquina de ciclagem. Foram realizados banhos em água destilada de um minuto para cada temperatura (5 ± 2 °C e 55 ± 2 °C), com intervalo de 5s entre cada banho.

Avaliação da microinfiltração

Todos as amostras, cicladas ou não, tiveram seus ápices e a porção incisal vedados com resina composta e Araldite® (São Bernardo do

Campo, SP, Brasil) e, em seguida, selados com duas camadas de esmalte para unhas colorido, tomando-se o cuidado para proteger 1 mm ao redor da margem cervical da restauração.

Para a análise da penetração do corante os dentes foram dispostos em recipientes contendo solução aquosa de azul de metileno 2% tamponado, em temperatura de 37 °C, por um período de 4h. Decorrido esse tempo, os dentes foram lavados em água corrente por 5min e deixados secar por 24h em temperatura ambiente.

Foram realizados três cortes paralelos no sentido mesiodistal das restaurações para obtenção de duas fatias por restauração, com aproximadamente 1,0 mm de espessura. As fatias foram analisadas por dois examinadores, utilizando um estereomicroscópio MEIJI-EM2-TR® (Hicksville, New York, EUA) com 45 vezes de aumento. Para avaliação da penetração de corantes foi utilizado um sistema de escores de 0 a 4 para margens em tecido dentinário na região cervical (Quadro 2).

Quadro 2 - Descrição da extensão de cada escore a ser considerado na grau de infiltração

Escore	Grau de infiltração	Infiltração
0	Ausente	Ausência de penetração da solução corante na interface dente/restauração
1	Pequena	Penetração da solução corante na interface dente/restauração na parede cervical, até o primeiro terço aproximado da distância entre a margem da cavidade e o ângulo axiocervical
2	Moderada	Penetração da solução corante na interface dente/restauração até o intervalo entre o primeiro e o segundo terço aproximado da distância entre a margem da cavidade e o ângulo axiocervical
3	Grande	Penetração da solução corante na interface dente/restauração até o intervalo entre o segundo e o terceiro terço aproximado da distância entre a margem da cavidade e o ângulo axiocervical
4	Severa	Penetração da solução corante na interface dente/restauração atingindo ou ultrapassando o ângulo axiocervical

Avaliação da resistência à microtração

Após a avaliação de penetração do corante, com uma ponta diamantada montada em alta rotação sob refrigeração constante, foram realizados desgastes precisos em lados opostos na interface de adesão, de forma a obter o formato de ampulheta, mantendo uma região adesiva de aproximadamente 1 mm². As amostras, antes de serem submetidas ao teste de microtração, foram avaliadas em microscópio óptico para se verificar a integridade da interface adesiva (presença de bolhas).

Cada corpo-de-prova foi fixado em matrizes individuais utilizando um adesivo a base de cianocrilato. As matrizes eram posicionadas ao dispositivo MT Jig⁹ colocado numa máquina universal de ensaios (Emic Ltda., São José dos Pinhais, PR, Brasil). Foi utilizada uma célula de carga de 100 N e aplicada uma força de tensão com velocidade de 0,5 mm/min até o momento da ruptura. Os valores de resistência à microtração foram mensurados em quilogramas-força (kgf). Para obtenção dos valores

em MPa foi feito o cálculo da força sobre a área adesiva (kgf/cm²).

Os resultados do teste de microinfiltração foram submetidos ao teste Kappa de reprodutibilidade para avaliação da concordância entre os examinadores. Em seguida, os dados foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Com relação aos resultados de microtração, utilizaram-se a análise de variância (Anova) e o teste paramétrico de comparações múltiplas com nível de significância de 5%.

Resultados

Microinfiltração

Os resultados não mostraram diferença estatística entre os grupos ciclados e não ciclados. Também não foi detectada diferença significativa entre os dois sistemas adesivos avaliados ($p = 0,37$), conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados de microinfiltração - teste de Kruskal-Wallis

	Resultados
H =	3,1406
Graus de liberdade =	3
(p) Kruskal-Wallis =	0,3705

Microtração

Para o teste de microtração os valores de cada restauração foram obtidos pela média dos corpos-de-prova. Foram aplicados a análise de variância Anova e o teste Tukey.

A análise estatística demonstrou que houve diferença significativa entre os sistemas adesivos Single Bond® e Clearfil Liner Bond 2V®, tanto para os grupos ciclados quanto para os grupos não ciclados ($p \leq 0,05$). As médias dos valores do adesivo de frasco único foram significativamente maiores na comparação com as médias do sistema adesivo auto-condicionante, independentemente do tratamento.

Com relação a termociclagem, para o sistema adesivo Single Bond® não houve diferença estatisticamente significativa entre os espécimes ciclados ou não, ao passo que para o sistema adesivo Clearfil® houve diferença estatística entre os grupos ciclados e não ciclados, como ilustra a Tabela 2.

Tabela 2 - Média de valores de resistência de união para os dois sistemas adesivos testados

Grupos	n	Resistência de união	
		Média (MPa)	Desvio-padrão (DP)
SB ciclado	12	19,8 a	6,8
SB não ciclado	12	18,8 a	3,4
CL ciclado	12	6,2 b	2,5
CL não ciclado	12	13,3 c	2,7

Letras diferentes indicam diferença estatística entre os grupos

Discussão

Para o sucesso do tratamento restaurador adesivo um dos principais requisitos é a obtenção de um selamento efetivo da restauração^{10,11} e, para assegurar que um dente restaurado não sofra infiltração, a interface dente/restauração deve ser capaz de resistir às alterações dimensionais¹². Dentre os materiais adesivos, dois contribuíram para a extensa aplicação em dentes posteriores: as resinas compostas e os sistemas adesivos.

O primeiro desafio para manutenção da integridade das restaurações de resina composta é o controle da reação de polimerização, que provoca uma contração de 2,7% a 5,6% do seu volume¹³. Essa contração pode gerar uma forte tensão na interface, ocasionando uma desadaptação do material na cavidade^{13,14}, o que leva a um processo de infiltração marginal, ao desenvolvimento de cárie secundária e sensibilidade pós-operatória^{11,15,16}.

Paralelamente à evolução das resinas compostas, o desenvolvimento dos sistemas adesivos está intimamente relacionado com o sucesso do tratamento restaurador. Com a técnica do condicionamento ácido total¹⁷ e o desenvolvimento dos sistemas adesivos hidrófilos, a restauração em resina composta obteve seu sucesso, porém a contração de polimerização pode ocorrer após algum tempo em razão do estresse químico, térmico e/ou mecânico na interface adesiva^{10,14,15,18,19}. Dessa maneira, as aplicações de diferentes formas de estresse são incluídas nos delineamentos experimentais *in vitro* a fim de submeter a restauração a um forte estresse¹⁹.

Metodologias avaliando a capacidade seladora de um material^{11,15,20-23} por meio da penetração de corantes, bem como a resistência de união, por meio da resistência ao cisalhamento^{12,16,24,25}, tração e resistência à microtração^{9,20,26}, são extensivamente empregadas em estudos *in vitro* com o objetivo de prever o comportamento clínico do material.

O uso de ciclos térmicos é frequentemente incluído nos estudos laboratoriais para avaliar selamento marginal^{5,11,20,21,27,28}, sendo também utilizado para estudos que avaliam resistência da adesão⁵. Sua aplicação tem sido questionada quanto à real efetividade no desenvolvimento de estresse e consequente alteração dimensional na interface dente restauração^{11,21,24,26}. No entanto, torna-se difícil correlacionar os diferentes estudos, pois existe uma variação em relação ao emprego das temperaturas dos banhos de imersão, à quantidade de ciclos, ao tempo de imersão em cada banho e à presença de banhos intermediários.

O estabelecimento de uma metodologia empregando diferentes formas de estresse torna-se muito importante, uma vez que a rápida evolução tanto dos sistemas adesivos como das resinas compostas não permite estudos clínicos de longa duração. Assim, avaliações *in vitro* empregando ciclos térmicos e ensaios mecânicos possibilitariam a simulação de alguns desafios clínicos aos quais diferentes materiais restauradores e substratos dentinários seriam expostos^{18,19}.

O uso da ciclagem térmica tem como objetivo estabelecer um estresse térmico semelhante ao encontrado na cavidade bucal¹¹ e, segundo os primeiros pesquisadores da percolação marginal¹², isso ocorre em razão da diferença do coeficiente de expansão térmica entre o dente e o material restaurador e da presença de fluidos na cavidade bucal. O número de ciclos e a temperatura utilizada parecem ser ainda um desafio para a padronização dos resultados, pois constituem a maior diferença entre os estudos^{19,20,29}.

O uso de 2000 ciclos à temperatura de 5-55 °C foi escolhido por ser empregado na maior parte dos estudos e, como em outros experimentos realizados, o estresse térmico não interferiu no resultado da microinfiltração, ou seja, todos os grupos obtiveram um grau de infiltração semelhante estatisticamen-

te. Entretanto, para a microtração houve diferença, visto que o grupo ciclado usando o adesivo Clearfil® sofreu uma influência negativa, tendo sua capacidade adesiva reduzida pela metade em comparação ao grupo não ciclado.

O teste de microtração tem sido largamente utilizado em pesquisas mais recentes, pois, ao contrário do teste de tração no qual uma área maior é utilizada, acredita-se que em áreas menores podem-se eliminar possíveis resultados falhos em razão de erro da técnica incremental de resina ou dentina esclerótica², que diminuiria o valor real do teste. Além disso, pode-se conseguir um número maior de corpos-de-prova por cavidade e obter uma média mais fiel para cada restauração.

De acordo com os resultados, a média de microtração para o grupo Single Bond® ciclado (19,8 MPa) não diferiu estatisticamente do grupo com o mesmo adesivo que não sofreu ciclagem térmica (18,8 MPa). Porém, o grupo Clearfil® diferiu estatisticamente tanto comparativamente entre ciclado e não ciclado quanto em relação ao grupo Single Bond®. O grupo Clearfil® ciclado obteve valores de microtração inferiores aos de todos os outros grupos.

A maior parte dos sistemas adesivos presentes no mercado é basicamente composta por um condicionador ácido (geralmente 30 a 40% de ácido fosfórico) e uma solução de monômero reativo hidrófobo e hidrófilo polimerizável. Após o enxágue da dentina e esmalte atacados pelo ácido, o adesivo é aplicado sobre a superfície e pode se difundir tanto pela superfície dentinária quanto pela úmida malha de fibras de colágeno³. As moléculas de adesivo possuem dois diferentes grupos funcionais: um com afinidade pela superfície e outro com afinidade pela resina composta da restauração que fica sobre o adesivo³.

Outros monômeros hidrófilos presentes no adesivo podem se envolver micromecanicamente com a malha de fibras de colágeno expostas pelo ácido, formando uma estrutura mista de fibras de colágeno envoltas por resina e cristais de hidroxiapatita residuais³⁰, conformação que é denominada “camada híbrida”³¹ e contribui para uma melhor força de adesão³².

Pelos dados da Tabela 2 pode-se comprovar que a força de adesão do sistema adesivo Single Bond® foi bastante superior à do grupo do adesivo autocondicionante (Clearfil®). Uma das hipóteses para este resultado pode ser a maior espessura da camada híbrida, principal responsável pela força de união da restauração ao dente³³.

Os adesivos autocondicionantes têm como característica o não enxágue do condicionamento ácido, o que representa economia de tempo e praticidade para o clínico. Por essa razão, não há uma remoção completa de *smear layer*; portanto, existe uma formação de *smear plug*^{3,34}, semelhante a uma tampa que veda a entrada do túbulo dentinário.

Vários estudos usando Clearfil Liner Bond 2V® têm demonstrado uma boa performance no esmalte

e dentina^{30,34,35}. O mecanismo de união deste material é baseado no condicionamento simultâneo ao *primer* no esmalte e dentina, formando um substrato contínuo, incorporando o *smear plug* dos *tags* de resina^{3,34}.

Além da simplificação da técnica, a eliminação dos passos de condicionamento ácido seguido de seu enxágue (o que é difícil de ser padronizado clinicamente) evitaria o excesso de água no preparo ou excesso de secagem, o que pode promover um colapso das fibras de colágeno, que é uma influência negativa na adesão^{20,36}.

Apesar disso, teoricamente, o sistema no qual parte do ácido desmineraliza dentina infiltrada pelos monômeros que podem ser polimerizados *in situ* poderia resultar numa margem fraca, com pobre selamento marginal^{34,37}. Em pesquisas realizadas com este sistema autocondicionante, o selamento marginal *in vivo* pode ter sido comprometido e a integridade marginal não obteve o resultado esperado³⁶, fato que pode explicar o baixo resultado da força de microtração do adesivo Clearfil® neste experimento.

Pode-se sugerir que neste trabalho houve uma somatória de eventos que prejudicaram a força de adesão, como o estresse gerado pelo disco no momento do corte e pela ponta diamantada ao se preparar o *hour-glass*. Ainda, como foi observado durante o experimento, a falta de adaptação das restaurações pode ter sido influenciada pela contração de polimerização, atuação do “fator C” pela conformação da cavidade (quatro paredes dentinárias), aliada à pequena espessura da camada híbrida formada por este tipo de sistema autocondicionante.

Portanto, apesar do constante aprimoramento dos sistemas adesivos, com a apresentação em frascos únicos e a simplificação dos passos de sua aplicação, como os adesivos autocondicionantes, evolução do ataque ácido feito separadamente ainda é necessária na maioria dos sistemas adesivos. Além disso, é necessário desenvolver pesquisas que avaliem a durabilidade de sua capacidade adesiva ao longo do tempo, bem como desenvolver novos materiais, que possam vencer o desafio da adesão em dentina.

Conclusões

Por meio dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir:

- A hipótese 1 foi parcialmente aceita: a ciclagem térmica não interferiu nos resultados de resistência de união do sistema Single Bond®, porém influenciou negativamente no sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V®.
- A hipótese 2 foi rejeitada para a microinfiltração: os dois sistemas adesivos avaliados apresentaram a mesma permissibilidade de microinfiltração, independentemente da ciclagem térmica, a qual foi parcialmente aceita para a

microtração, já que o sistema adesivo Single Bond® apresentou resultados de resistência de união superiores aos do autocondicionante Clearfil Liner Bond 2V®.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao suporte da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pela concessão de bolsa de iniciação científica à aluna Luciana de Souza Silva.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the microleakage and μ TBS of class III composite resin restoration using two bonding systems – the self etching primer Clearfil SE Bond/Kuraray (SE) and the one-bottle Single Bond/3M Espe (SB) subjected (C) or not (NC) to thermal cycles. 200 box-type class III cavities were prepared on surfaces of bovine incisors and divided into 4 groups: G1:SB/NC; G2:SB/C; G3:SE/NC; G4:SE/C. After the restorative procedures, G1 and G3 were immersed in a dye solution and the restorations were sectioned perpendicular to the cervical margin interface into 0.7 \pm 0.2 mm thick slabs. These sections were first evaluated according to dye penetration and then the slabs were further trimmed at the interface to produce samples with a hourglass shape (cross-sectional surface area of 1mm²) to μ TBS test evaluation. The samples of G2 and G4 were thermocycled (2.000 cycles, 5-55 oC) and then subjected to the same procedures described for G1 and G3. The microleakage results were analyzed by the de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) test, and no differences were observed among groups. The μ TBS means were analyzed by the Anova 2 way and Tukey test: G1:18.80a; G2:19.78a; G3:13.29c; G4:6.23b. Regardless the thermal cycles, both adhesive systems present the same microleakage results. However, for SE thermal cycling had adversely affected the bond strength values, but for SB no differences were observed.

Key words: Resin composites. Microtensile bond strength. Bond systems. Self-etching primers. Microleakage.

Referências

- Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 1995; 11(2):117-25.
- Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent* Winter 1999; 1(4):299-309.
- Perdigão J, Frankenberger R, Rosa BT, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. *Am J Dent* 2000; 13(Spec No):25D-30D.
- Jorgensen KD, Itoh K, Munksgaard EC, Asmussen E. Composite wall-to-wall polymerization contraction in dentin cavities treated with various bonding agents. *Scand J Dent Res* 1985; 93(3):276-9.
- Hakimeh S, Vaidyanathan J, Houpt ML, Vaidyanathan TK, Von Hagen S. Microleakage of compomer class V restorations: effect of load cycling, thermal cycling and cavity shape differences. *J Prosthet Dent* 2000; 83(2):194-203.
- Kanca J. Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 1992; 23(1):39-41.
- Ferrari M, Goracci G, Garcia-Godoy F. Bonding mechanism of three "one-bottle" systems to conditioned and unconditioned enamel and dentin. *Am J Dent* 1997; 10(5):224-30.
- Oilo G. Bond strength testing--what does it mean? *Int Dent J* 1993; 43(5):492-8.
- Cavalcante LM, Erhardt MC, Bedran-de-Castro AK, Pimenta LA, Ambrosano GM. Influence of different tests used to measure the bond strength to dentin of two adhesive systems. *Am J Dent* 2006; 19(1):37-40.
- Abdalla AI, Davidson CL. Effect of mechanical load cycling on the marginal integrity of adhesive Class I resin composite restorations. *J Dent* 1996; 24(1-2):87-90.
- Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997; 22(4):173-85.
- Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent* 1976; 4(5):199-206.
- Watts DC, Satterthwaite JD. Axial shrinkage-stress depends upon both C-factor and composite mass. *Dent Mater*. 2008; 24(1):1-8.
- Holtan JR, Nystrom GP, Rensch SE, Phelps RA, Douglas WH. Microleakage of five dentinal adhesives. *Oper Dent* 1994; 19(5):189-93.
- Abdalla AI, Davidson CL. Comparison of the marginal integrity of *in vivo* and *in vitro* class II composite restorations. *J Dent* 1993; 21(3):158-62.
- da Cunha Mello FS, Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Sealing ability of eight resin bonding systems in a class II restoration after mechanical fatiguing. *Dent Mater*. 1997; 13(6):372-6.
- Fortin D, Swift EJ Jr., Denehy GE, Reinhardt JW. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. *Dent Mater* 1994; 10(4):253-8.
- Darbyshire PA, Messer LB, Douglas WH. Microleakage in class II composite restorations bonded to dentin using thermal and load cycling. *J Dent Res* 1988; 67(3):585-7.
- McCaghren RA, Retief DH, Bradley EL, Denys FR. Shear bond strength of light-cured glass ionomer to enamel and dentin. *J Dent Res* 1990; 69(1):40-5.
- Cardoso PE, Placido E, Francci CE, Perdigão J. Microleakage of class V resin-based composite restorations using five simplified adhesive systems. *Am J Dent* 1999; 12(6):291-4.
- Gwinnett AJ, Tay FR, Pang KM, Wei SH. Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. *Am J Dent* 1996; 9(4):140-4.
- Prati C, Chersoni S, Mongiorgi R, Pashley DH. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. *Oper Dent* 1998; 23(4):185-94.
- Williamson RT, Mitchell RJ, Breeding LC. The effect of fatigue on the shear bond strength of resin bonded to porcelain. *J Prosthodont* 1993; 2(2):115-9.
- Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. *In vitro* study of the effect of thermo and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehabil* 1999; 26(2):130-7.
- Miyazaki M, Sato M, Onose H, Moore BK. Influence of thermal cycling on dentin bond strength of two-step bonding systems. *Am J Dent* 1998; 11(3):118-22.
- Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent* 2001; 29(1):55-61.

27. Davidson CL, Abdalla AI. Effect of occlusal load cycling on the marginal integrity of adhesive class V restorations. *Am J Dent* 1994; 7(2):111-4.
28. Yap AU. Effects of storage, thermal and load cycling on a new reinforced glass-ionomer cement. *J Oral Rehabil* 1998; 25(1):40-4.
29. Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Van Meerbeek B, Vanherle G. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent* 1997; 10(3):141-6.
30. Dietschi D, Herzfeld D. *In vitro* evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *Eur J Oral Sci* 1998; 106(6):1033-42.
31. Nakabayashi N, Ashizawa M, Nakamura M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created *in vivo*: durable bonding to vital dentin. *Quintessence Int* 1992; 23(2):135-41.
32. Guzman-Ruiz S, Armstrong SR, Cobb DS, Vargas MA. Association between microtensile bond strength and leakage in the indirect resin composite/dentin adhesively bonded joint. *J Dent* 2001; 29(2):145-53.
33. Munksgaard EC, Irie M. Effect of load-cycling on bond between composite fillings and dentin established by Gluma and various resins. *Scand J Dent Res* 1988; 96(6):579-83.
34. Perdigao J, Lopes M. Dentin bonding--state of the art 1999. *Compend Contin Educ Den* 1999; 20(12):1151-8.
35. Barkmeier WW, Los SA, Triolo PT, Jr. Bond strengths and SEM evaluation of Clearfil Liner Bond 2[®]. *Am J Dent* 1995; 8(6):289-93.
36. Pereira PN, Okuda M, Nakajima M, Sano H, Tagami J, Pashley DH. Relationship between bond strengths and nanoleakage: evaluation of a new assessment method. *Am J Dent* 2001; 14(2):100-4.
37. Ferracane JL, Condon JR. *In vitro* evaluation of the marginal degradation of dental composites under simulated occlusal loading. *Dent Mater* 1999; 15(4):262-7.

Endereço para correspondência

Larissa Maria Cavalcante
 Faculdade de Odontologia da UPF
 Campus I – BR 285 – Bairro São José
 99001-970 Passo Fundo - RS
 Fone: (54) 8133-5993
 E-mail: larissacavalcante@upf.br

Recebido: 23/03/2009 Aceito: 18/06/2009