



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**Influência da aplicação de DMSO na resistência de união dentinária
e na morfologia da camada híbrida de sistemas adesivos**

Beatriz Oliveira Silva Capelli

Piracicaba, SP

2013

Beatriz Oliveira Silva Capelli

**Influência da aplicação de DMSO na resistência de união dentinária
e na morfologia da camada híbrida de sistemas adesivos**

Orientador: Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins

Piracicaba, SP

2013



ANEXO 2

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que o (a) aluno (a) Beatriz Oliveira Silva Capelli RA 104647 esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso **intitulado Influencia da aplicação de DMSO na resistência de união dentinária e na morfologia da camada híbrida de sistemas adesivos** no ano de 2013.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 19 de setembro de 2013.

(Nome e assinatura do orientador)

Prof. Dr. Luiz Roberto Marcondes Martins

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Capelli, Beatriz Oliveira Silva, 1992-

C171i Influência da aplicação de DMSO na resistência de
união dentinária e na morfologia da camada híbrida de
sistemas adesivos / Beatriz Oliveira Silva Capelli. --
Piracicaba, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Dentística. I. Martins, Luís Roberto Marcondes,
1960- II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Dedico este trabalho a Deus por ter me dado muita força durante essa longa caminhada. A mim pela força de vontade e superação, aos meus pais que são minha maior inspiração e a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que meu sonho se tornasse real.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que acreditaram em mim, em meu potencial, nas minhas idéias e que sofreram comigo as angústias próprias do meu momento.

A minha família que me incentivou a enfrentar todas as dificuldades e não me deixaram desistir.

As minhas amigas, Thaís, Jéssica, Rafaela e, Heloisa que me apoiaram durante todo o curso e fizeram com que cada dia se tornasse único.

As minhas companheiras de casa que se tornaram minha família em Piracicaba.

Agradeço também aos professores, mestres que tanto me ajudaram e não mediram esforços para me passarem seus conhecimentos.

Por fim, agradeço meu orientador que possibilitou a realização deste trabalho.

RESUMO

A produção de interfaces de união estáveis entre sistemas adesivos e a dentina ainda pode ser considerada um desafio quando avaliada após longos períodos devido à degeneração das fibrilas colágenas expostas na base da camada híbrida que não são completamente envelopadas pelos sistemas adesivos. Essa camada desprotegida pode sofrer hidrólise pela ação de metaloproteinases endógenas (MMP) que degradam colágeno, comprometendo a união de materiais resinosos à dentina. O dimetilsulfóxido (DMSO) é considerado um inibidor sintético de MMP que tem a capacidade de penetração tecidual e a propriedade de agir como um carregador de princípios ativos para o interior de tecidos, especialmente o cutâneo. Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência da aplicação do DMSO na resistência de união de um sistema adesivo convencional e um sistema adesivo autocondicionante, assim como verificar sua influência na morfologia da camada híbrida e na quantidade de fibrilas colágenas expostas remanescentes. Para isso, foi realizada a seleção e o preparo oclusal de terceiros molares seguido de restauração com sistemas adesivos convencionais para a execução do ensaio de microtração no dispositivo de Geraldeli. Assim, foram obtidos os resultados, calculados pela fórmula: $\text{MPa} = \text{N}/\text{mm}^2$. Os dentes restantes foram divididos para análise de fibrilas colágenas expostas e morfologia da camada híbrida (n=6) em microscopia ótica.

PALAVRAS-CHAVE: Dimetilsulfóxido; Adesivos; resistência à microtração; fibras colágenas

ABSTRACT

The production of stable union between interfaces and dentin adhesive systems can still be considered a challenge when evaluated after long periods due to degeneration of the collagen fibrils exposed at the base of the hybrid layer that are not completely enveloped by adhesive systems. The unprotected layer may undergo hydrolysis by the action of endogenous Metalloproteinases (MMP) that degrade collagen, endangering the adherence of resinous materials to dentin. The dimethyl sulfoxide (DMSO) is considered a synthetic inhibitor of MMP who has the ability of tissue penetration and the quality of acting like a charger of active ingredients to the inside of tissues, especially the dermal. With this, the aim of this study was to evaluate the influence of application of DMSO on bond strength of a conventional adhesive system and a self-etching adhesive system, as well as verifying its influence on the morphology of the hybrid layer and on the amount of remaining exposed collagen fibrils. For this, was held the occlusal preparation of third molars followed by restoration with conventional adhesive systems for the microtensile test. So, they obtained the results, calculated by the formula: $\text{MPa} = \text{N}/\text{mm}^2$. The remainder teeth were divided to the exposed collagen fibrils analysis and morphology of the hybrid layer (n = 6) in optical microscopy.

KEYWORDS: Dimethyl Sulfoxide; Adhesives; resistance to microtensile; Collagen fibers

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2 PROPOSIÇÃO	3
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	3
3.1 Local da Pesquisa.....	3
3.2 Seleção e Preparo Oclusal dos Dentes	3
3.3 Divisão dos grupos e Restauração	4
3.4 Confeção dos Palitos	5
3.5 Ensaio de Microtração	6
3.6 Análise do padrão de falha	6
3.7 Confeção das fatias.....	7
3.8 Análise de fibrilas colágenas expostas	7
4 RESULTADOS	8
4.1 Análise do ensaio de microtração	8
4.2 Análise de exposição de fibras colágenas	12
5 DISCUSSÃO	15
6 CONCLUSÃO.....	16
7 REFERÊNCIAS.....	17

1. INTRODUÇÃO

A odontologia adesiva depende da penetração eficaz dos sistemas adesivos tanto na dentina como no esmalte para promover tratamentos restauradores satisfatórios em longo prazo. Atualmente, a produção de interfaces de união estáveis entre sistemas adesivos e a dentina ainda pode ser considerada um desafio quando avaliada após longos períodos (1, 2). A penetração eficaz do sistema adesivo na dentina desmineralizada para a formação de uma zona de interdifusão (3) entre o sistema adesivo e o substrato dentinário denominada camada híbrida (4, 5), claramente reflete a complexidade desta interface. Idealmente a camada híbrida é estruturalmente um biopolímero composto pela integração de colágeno e resina, o que idealmente deveria fornecer uma ligação contínua e estável entre o adesivo e o substrato dentinário. No entanto, estudos têm demonstrado que esse objetivo não é de fato alcançado (6- 9), pois a interface de união entre sistemas adesivos e dentina é substancialmente porosa (10, 11) o que contribui para sua degradação em longo prazo.

A zona de desmineralização causada pelo condicionamento ácido não é completamente preenchida em toda sua extensão pelos monômeros de dimetacrilatos presentes nos sistemas adesivos criando uma camada de fibrilas colágenas expostas, mas não encapsuladas pelo sistema adesivo. Essa região localizada na base da camada híbrida esta sujeito a degeneração hidrolítica pelas MMP o que contribui para a redução da resistência de união dentinária, que pode ser detectada após apenas seis meses de função na cavidade oral (12). Vários fatores contribuem para a formação dessa zona de interdifusão inadequadamente infiltrada pelos monômeros: II- redução gradual dos espaços interfibrilares, II- alto peso molecular e baixa hidrofiliçidade de certos monômeros, III- diferentes gradientes de difusão de umidade presente na dentina que contribuem para a separação de fases dos sistemas adesivos. A utilização de sistemas adesivos autocondicionantes dispensa o condicionamento ácido da dentina devido à ação de monômeros acídicos que desmineralizam e infiltram o substrato dentinário simultaneamente criando uma zona reduzida de fibrilas colágenas expostas, mas

ainda presente. Vários métodos têm sido propostos para aumentar a infiltração dos monômeros presentes nos adesivos no substrato dentinário e conseqüentemente reduzir sua porosidade: agitação ultrassônica (13), protocolos de adesão com a saturação prévia gradual do substrato dentinário com soluções alcoólicas (14), aquecimento do sistema adesivo (15, 16). A utilização de inibidores sintéticos de MMP como a clorexidina tem se mostrado uma alternativa efetiva na preservação em longo prazo da camada híbrida (12, 17) possivelmente pela redução da hidrólise de fibrilas colágenas não encapsuladas causada pelas MMP.

O dimetilsulfóxido (DMSO) também é considerado um inibidor sintético de MMP (18) muito usado como solvente aprótico e polar em laboratórios e na indústria completamente miscível em água, com capacidade de dissolver substâncias polares e apolares (19). Possui baixa toxicidade e é aprovado pelo FDA para uso terapêutico em aplicações tópicas e para tratamento de cistites intersticiais através de infusão direta na bexiga. O DMSO penetra facilmente membranas biológicas, facilita o transporte químico em tecidos e é bem conhecido pelos seus efeitos crioprotetores em sistemas biológicos (19, 20). Em alguns países da Europa, o DMSO é utilizado com agente carregador de princípios ativos tópicos, pois possui a capacidade de penetrar na pele íntegra levando o princípio ativo para camadas teciduais mais profundas sem danificar a epiderme. Dessa forma, as hipóteses a serem testadas são: (i) DMSO não afetará a resistência de união de ambos adesivos e (ii) a espessura de fibrilas colágenas expostas na base da camada híbrida sem encapsulamento pelo sistema adesivo será menor quando a dentina for previamente tratada com DMSO.

2. PROPOSIÇÃO

O presente estudo propôs-se avaliar o efeito da aplicação de DMSO na resistência de união à dentina de um sistema adesivo convencional e um sistema adesivo autocondicionante, assim como verificar a morfologia da camada híbrida por microscopia eletrônica de varredura e avaliar a espessura da camada de fibrilas colágenas não encapsuladas pelos sistemas adesivos por microscopia ótica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local da Pesquisa e Delineamento experimental

As etapas laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia, na sala do microscópio eletrônico de varredura do mesmo departamento e no laboratório da Área de Dentística, ambos na faculdade de Odontologia de Piracicaba FOP-UNICAMP.

64 terceiros molares humanos hígidos entregues em recipiente único sem distinção, impossibilitando a identificação dos doadores, tiveram a superfície tratada com DMSO e sistema adesivo convencional ou autocondicionante.

3.2 Seleção e Preparo Oclusal dos Dentes

Houve prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP afiliado a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP. 64 terceiros molares doados por um dentista com consultório particular situado na cidade de Campinas, com ápice formado e extraídos em pacientes de ambos os sexos foram limpos por meio de curetagem periodontal e profilaxia com pedra pomes, e armazenados em

solução de azida sódica 0.2% por no máximo seis meses (Biopharma, Uberlândia, Brasil) a 4º C. Cada elemento foi fixado em blocos de resina de poliestireno, três mm abaixo da junção cimento-esmalte.

A face oclusal de cada elemento foi desgastada em uma politriz (Aropol2v, Arotec, SP, Brasil) com lixas de carbureto de silício de granulação 180 (Norton, Campinas, Brasil) em baixa rotação, com resfriamento constante por água. Somente o esmalte e parte da dentina superficial foram removidos. A superfície dentinária também foi padronizada, porém, utilizando-se lixas de carbureto de silício de granulação 600 (Norton, Campinas, Brasil) na politriz, sob água corrente por 60 segundos. Os elementos dentais foram limpos em cuba ultrassônica, por 1 minuto e armazenados em água destilada para que não ocorresse desidratação da estrutura dental, permanecendo assim por no máximo duas horas até que fossem restaurados.

3.3 Divisão dos grupos e Restauração

Dois sistemas adesivos dentinários foram utilizados para a restauração: Scotchbond Multiuso (3M ESPE, St Paul, Estados Unidos) e Clearfill SE Bond (Kuraray, Tokyo, Japão) sendo o primeiro um adesivo *total-etch* de três passos e o segundo um adesivo autocondicionante de dois passos. Quarenta dentes foram divididos em quatro grupos, de acordo com o adesivo utilizado e o tratamento ou não com dimetilsulfóxido (DMSO) 50% previamente a aplicação do sistema adesivo. Cada grupo foi submetido ao ensaio de microtração. Os grupos SCO e CLE, que não receberam pré-tratamento com DMSO, formaram os grupos controles e os grupos DSCO e DCLE, os quais pré-tratados com DMSO, formaram os grupos experimentais. Os 24 dentes restantes foram divididos entre os quatro grupos para análise de fibras colágenas expostas e morfologia da camada híbrida (n=6).

Os dentes foram restaurados com um dos dois sistemas adesivos citados. No grupo SCO, foi realizado o condicionamento ácido com ácido fosfórico 35% (Condac, FGM, SC, Brasil) por 15 segundos seguido de lavagem com água por 30 segundos e controle de umidade com papel absorvente. O sistema adesivo

Scotchbond foi dispensado sobre a superfície dentinária com microbrush. Após o tempo de aplicação, foi feita a volatilização do solvente por 5 segundos. A fotoativação foi realizada por meio do aparelho EliparFreelight2 por 10 segundos. Nos grupos CLE DCLE, o sistema adesivo Clearfill SE Bond foi utilizado. Inicialmente foi aplicado o primer ácido ativamente por 10 segundos com microbrush.

Os grupos DSCO e DCFL receberam o mesmo preparo oclusal, entretanto, foi feita a aplicação de DMSO 50% previamente ao tratamento, por um minuto com aplicação ativa através de um microbrush.

Todos os grupos foram restaurados com a resina composta Filtek Z250 (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) cor A2 que foi inserida em dois incrementos, fotoativados por 20 segundos como recomenda o fabricante, por meio do aparelho EliparFreelight2.

3.4 Confeção dos Palitos

Dez dentes selecionados aleatoriamente foram utilizados nessa metodologia. Inicialmente, o bloco de resina de poliestireno foi fixado a uma placa de acrílico que foi posicionada em uma cortadeira de precisão (Isomet 1000 PrecisionSaw, Buehler, Lake Buff, IL, EUA). Com um disco diamantado em 250 RPM foram realizadas secções ocluso-gengivais no sentido mesio-distal até a junção amelo-cementária de forma que a espessura entre uma secção e outra fosse em torno de 0,8mm. A porção coronária foi recoberta com Godiva de baixa fusão (Godiva Exta DFL, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Similarmente, novas secções ocluso-gengivais no sentido vestibulo-lingual foram realizadas respeitando a dimensão de 0,8mm. O conjunto dente-restauração foi descolado e fixado novamente à placa de acrílico de forma que as secções realizadas anteriormente se localizassem paralelas à placa. Em seguida, foi feita secção paralela à face oclusal da restauração, 1mm abaixo da junção amelo-cementária, separando a porção coronária da porção radicular. Os palitos de área seccional de 0,8 mm² foram então coletados. No mínimo 16 palitos

foram obtidos em cada elemento dental e mantidos em água destilada por no máximo 24 horas até que se realizasse o ensaio mecânico de microtração.

3.5 Ensaio de Microtração

Os palitos foram fixados na garra do dispositivo de Geraldelli (PatzlaffBiotechnology, SC, Brasil) com um adesivo a base de cianocrilato gel (SuperBonder Flex Gel, Loctite, SP, Brasil). O adesivo foi colocado entre o palito e o dispositivo, evitando o seu contato com a interface adesiva e então a garra foi levada ao Dispositivo de Geraldelli que se encontra acoplado a máquina de ensaio mecânico (DL 2000, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Os palitos foram tracionados a uma velocidade de 0,5 mm/min e o valor da força no momento da ruptura foi obtida em Newtons (N). Em seguida foi calculada a resistência de união em MPa utilizando a fórmula: $MPa = N/mm^2$. Os palitos que se soltaram e os que falharam prematuramente durante o ensaio, não foram considerados estatisticamente. A média desses valores foi determinada constituindo o valor de cada elemento dental para análise estatística. O teste de ANOVA seguido pelo Teste de Tukey foram utilizados para determinar as diferenças estatísticas entre os grupos.

3.6 Análise do padrão de falha

Após a ruptura, os palitos foram preparados para avaliação do padrão de falha por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). As amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5% por 72 horas e em seguida foram lavados várias vezes com 0,1 M cacodilato de sódio em solução tamponada. Em seguida, os palitos foram fixados com adesivo à base de cianocrilato gel (SuperBonder Flex Gel, Loctite, SP, Brasil) em *stubs* de alumínio de 37 mm de diâmetro por 3 mm de espessura e desidratados em concentrações ascendentes de etanol (50%, 60%, 70%, 80% e 90%) por 2 horas em cada solução e em etanol 100% por 24 h. A secagem química final foi realizada por imersão em hexametildissilazano por 10 min. em papel de filtro

dentro de um frasco de vidro coberto e com ar à temperatura ambiente (Perdigão e outros, 1995). Os espécimes foram cobertos com ouro em alto vácuo em um processo denominado *sputtering* (MED 010, Balzers Union, Balzers, Liechtenstein) e analisados sob a magnificação de 1000-5000X em microscópio eletrônico de varredura (LEO 435 LP, Zeiss, Liechtenstein) operando em modo de elétrons secundários. O padrão de falha foi classificado em: I- coesivo em adesivo, II- coesiva em camada híbrida, III- coesiva em dentina e IV- mista entre camada híbrida e adesivo, V- mista entre adesivo e resina e VI- coesiva em resina composta.

3.7 Confeção das fatias

Os seis dentes restantes em cada grupo foram posicionados em uma cortadeira de precisão (Isomet 1000 PrecisionSaw, Buehler, Lake Buff, IL, EUA) e seccionados no sentido mesio-distal até a junção amelo-cementária de forma que a espessura entre uma secção e outra fosse em torno de 0,2mm. Em seguida, um corte no sentido vestibulo-lingual perpendicular ao longo eixo do dente abaixo da junção cimento-esmalte foi realizado. As fatias foram armazenadas em água destilada até serem preparadas para microscopia ótica e eletrônica.

3.8 Análise de fibrilas colágenas expostas

Seis fatias de cada dente foram coladas em lâminas de vidro para microscopia ótica com um adesivo a base de cianocrilato (SuperBonder Flex Gel, Loctite, SP, Brasil). A espessura da fatia foi reduzida a 50 µm para permitir a passagem de luz para avaliação da espessura da camada de fibrilas colágenas que não foram impregnadas pelo sistema adesivo. Para isso, a espessura da fatia e da lâmina de vidro foram mensuradas individualmente e em seguida, juntamente, por meio de um micrometro digital (DigimaticMicrometer, Mitutoyo, Japão) . Dessa forma foi possível determinar a espessura da camada de adesivo de cianocrilato para cada amostra e conseqüentemente a espessura da fatia durante o seu desgaste. As fatias coladas

nas lâminas de microscopia foram lixadas sob irrigação em uma politriz(Aropol2v, Arotec, SP, Brasil) com lixas de carbureto de silício de granulação 1200 até que ocorresse a redução da espessura inicial à aproximadamente 100 µm. Em seguida foram lixadas com lixas de carbureto de silício de granulação 2000 até que a fatia atingisse uma espessura de 50 µm e finalmente foi utilizada uma lixa de granulação 4000. As amostras foram lavadas em cuba ultrassônica por 3 minutos, coradas com Coloração de Masson e avaliadas em microscópio ótico (DLMV, Leica, Áustria) em aumento de 100X. A espessura da camada de fibrilas colágenas expostas foi mensurada em quatro pontos distintos equidistantes um do outro ao longo da interface de união do palito. A média desses valores foi determinada constituindo o valor de cada elemento dental para análise estatística. O teste de ANOVA seguido pelo Teste de Tukey HSD foram utilizados para determinar as diferenças.

4. RESULTADOS

4.1 Analise do ensaio de microtração

Tabela 1. Microtração dos adesivos comerciais

	Média	(Desvio padrão)
Scotchbond	35,576	(±6,182)
Clearfil	34,061	(±8,476)
Scotchbond DMSO	53,343	(±8,277)
Clearfil DMSO	39,457	(± 4,777)

De acordo com a tabela, os resultados apresentados no ensaio de microtração mostraram que a aplicação de DMSO foi efetiva e aumentou a resistência de união no grupo Scotchbond DMSO. Já no grupo Clearfil DMSO, não houve aumento

significativo. Os grupos controle Scotchbond e Clearfil apresentaram resultados semelhantes em relação aos testes de microtração que foram realizados.

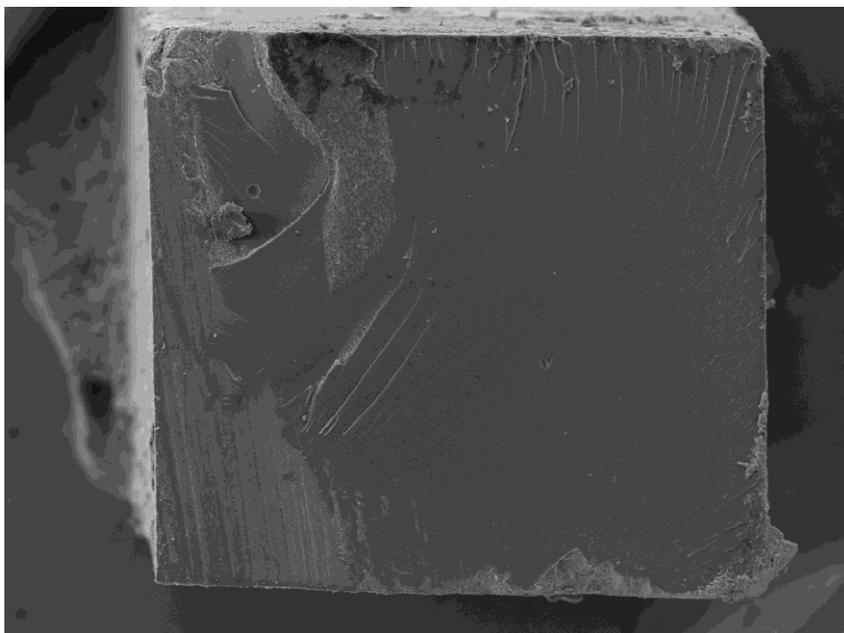


Figura 1. Falha coesiva em adesivo

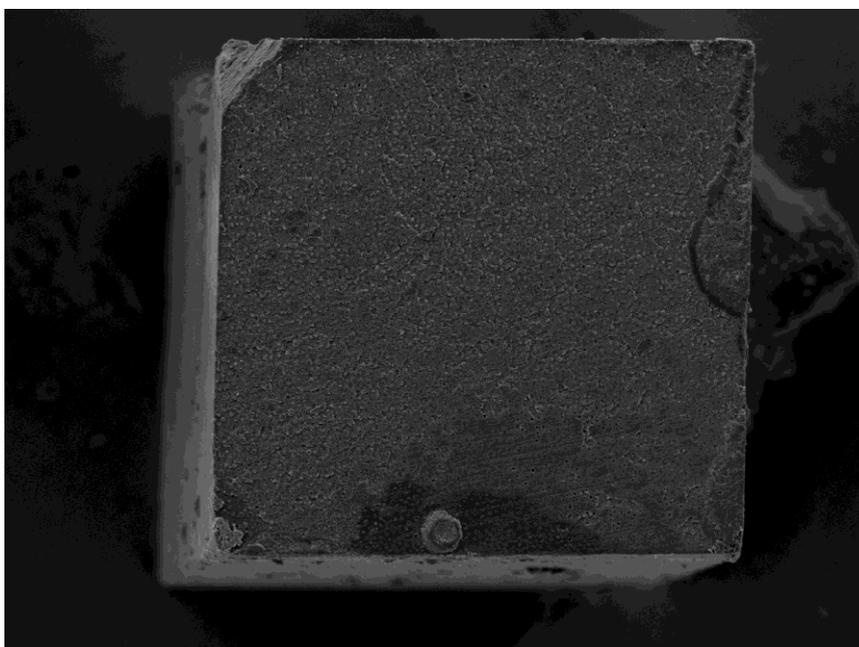


Figura 2. Falha coesiva em camada híbrida

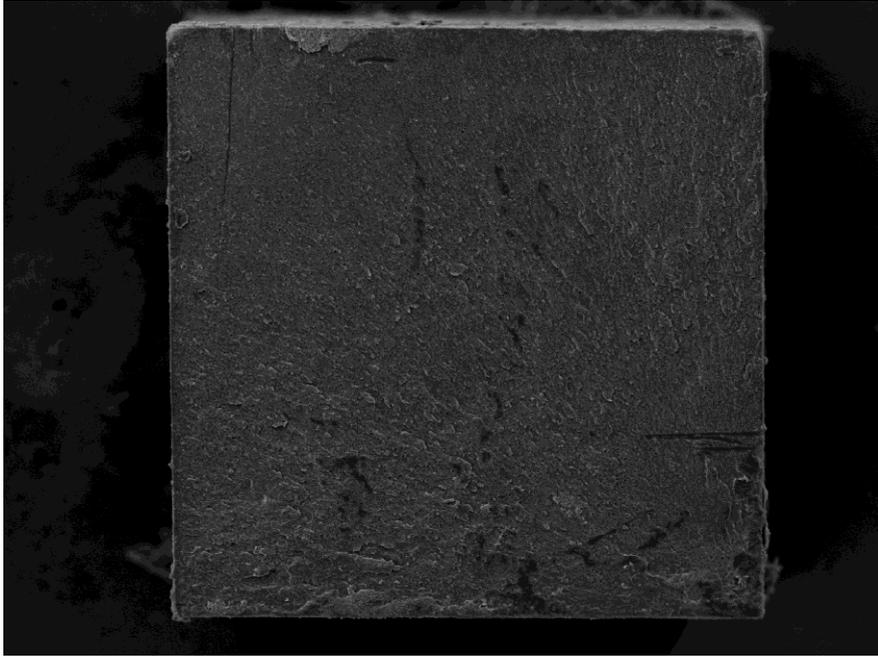


Figura 3. Falha coesiva em dentina

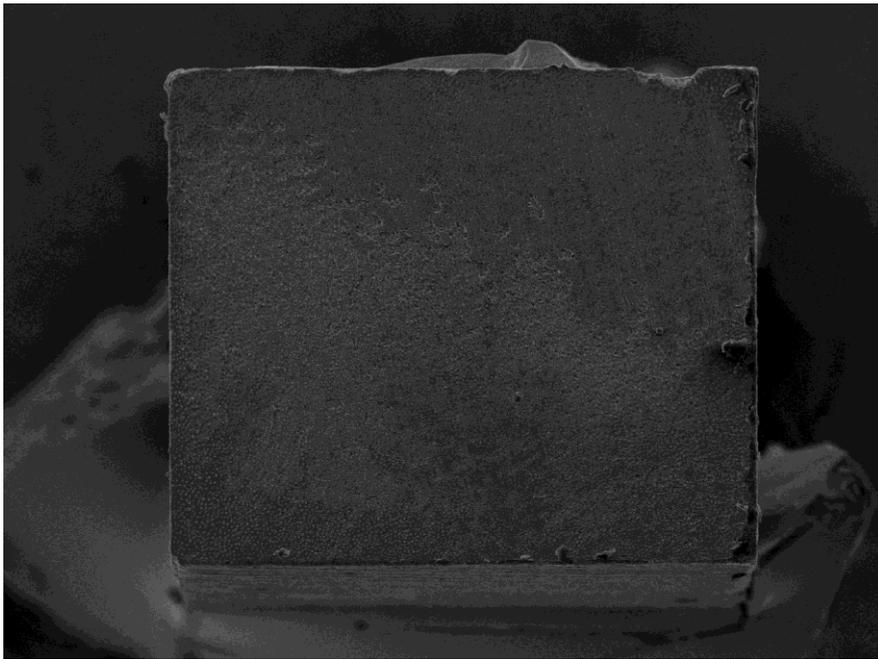


Figura 4. Falha mista entre camada hibrida e adesivo

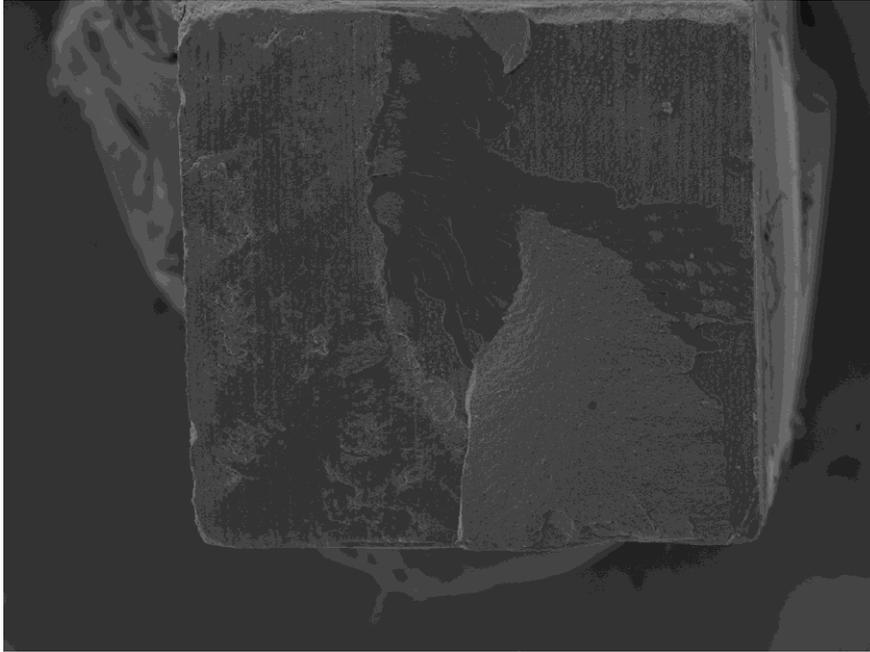


Figura 5. Falha mista entre adesivo e resina

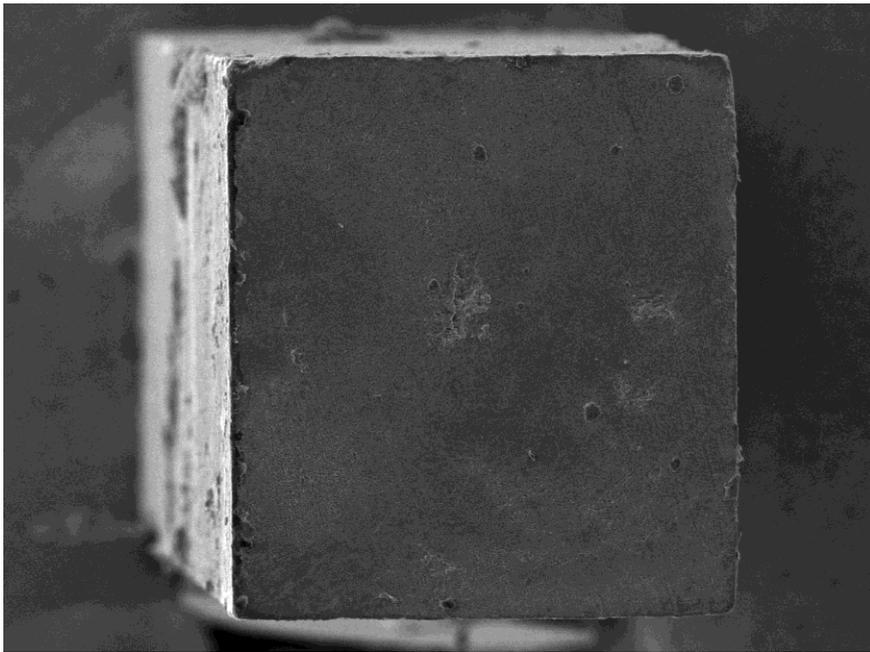


Figura 6. Falha coesiva em resina composta

4.2 Análise de exposição de fibras colágenas

Tabela 1. Exposição de fibras colágenas (μm)

	Média	(Desvio Padrão)
Scotchbond	7,079	($\pm 0,794$)
Clearfil	3,966	($\pm 0,636$)
Scotchbond DMSO	0,951	($\pm 0,141$)
Clearfil DMSO	1,272	($\pm 0,137$)

Com relação à exposição de fibras colágenas na base da camada híbrida, o adesivo comercial Scotchbond foi o que apresentou maior valor, logo, foi o grupo que teve a maior exposição. O adesivo Clearfil teve uma exposição menor comparado ao Scotchbond. Ambos os adesivos, quando pré-tratados com DMSO obtiveram redução da camada híbrida de fibras colágenas.

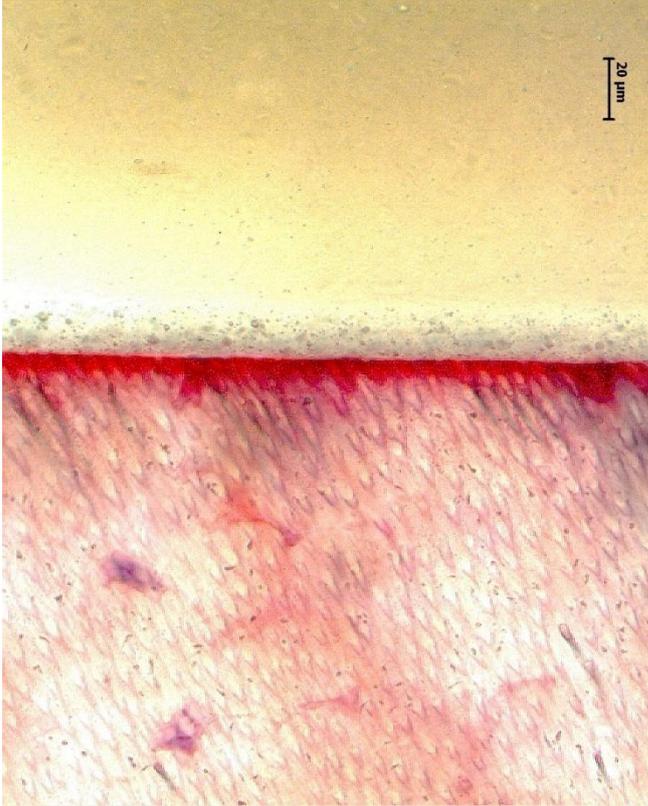


Figura 7. Microscopia ótica grupo Scotchbond

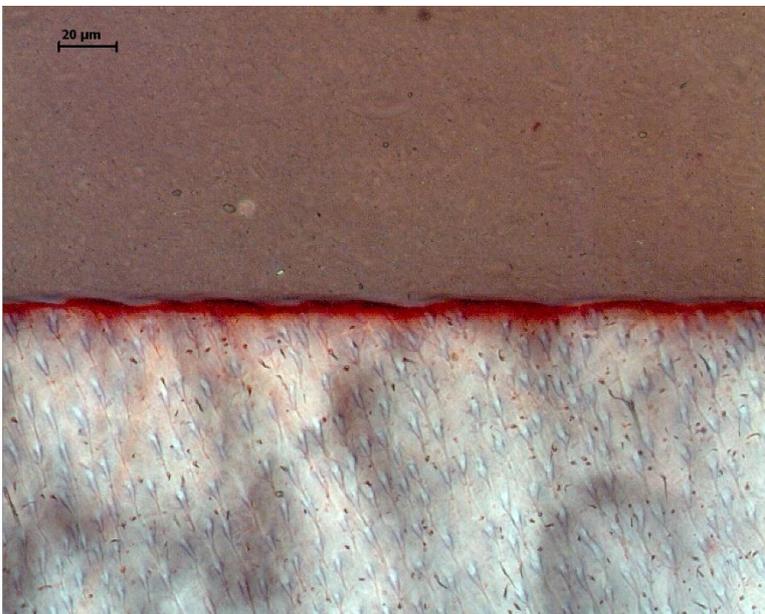


Figura 8. Microscopia ótica grupo Clearfil

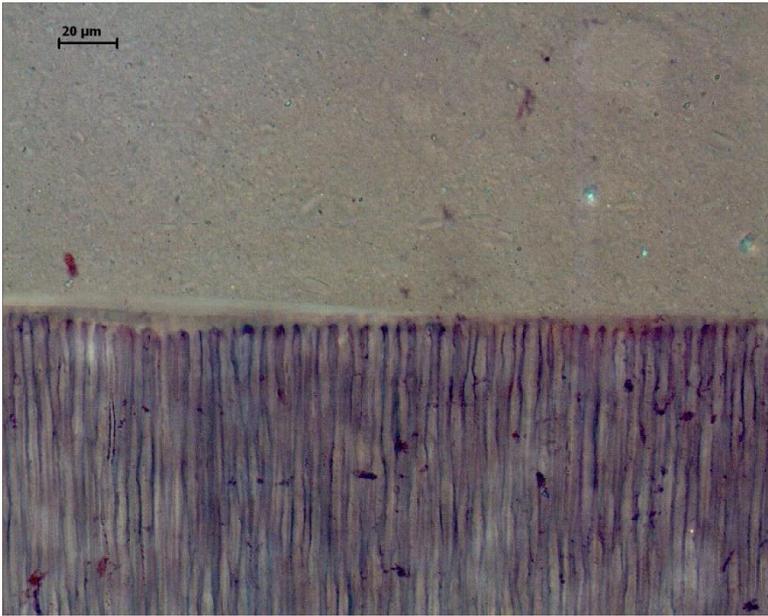


Figura 9. Microscopia ótica grupo Scotchbond DMSO

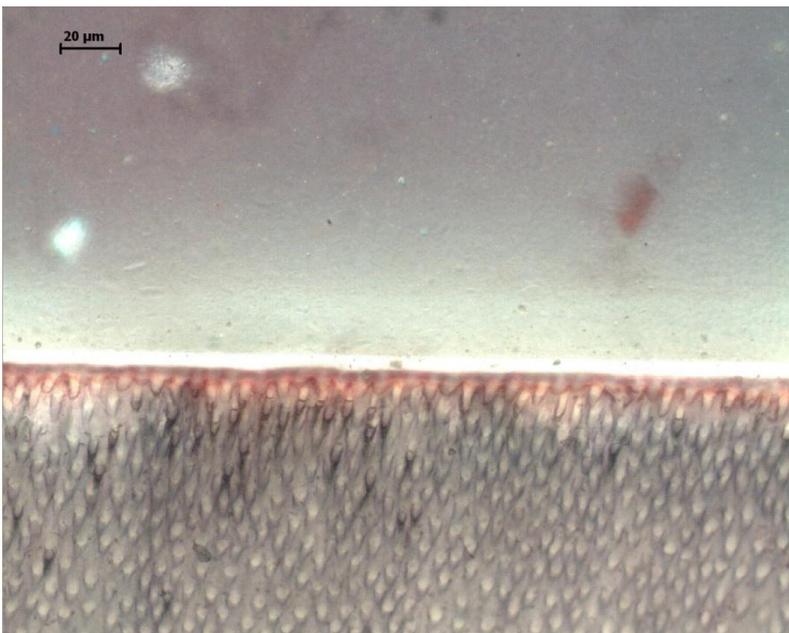


Figura 10. Microscopia ótica grupo Clearfil DMSO

5. DISCUSSÃO

O teste de ANOVA mostrou ($p < 0,001$) que o pré tratamento dentinário com DMSO 50% por um minuto, influenciou a resistência de união dos adesivos testados. A resistência de união dentinária do adesivo convencional Scotchbond após tratamento com DMSO teve um aumento significativo quando comparada ao grupo controle; Já o adesivo ($p < 0,001$) auto condicionante Clearfil, não foi influenciado pelo pré tratamento dentinário. Tal fato é possivelmente explicado pelo aumento da energia livre de superfície, proporcionado pela aplicação do solvente previamente à aplicação do sistema adesivo o que, potencialmente, permitiu a formação de uma interface de união com menos fibras colágenas expostas na base da cama híbrida, melhorando significativamente a união de sistemas adesivos à dentina. Isto foi demonstrado na avaliação de fibras colágenas expostas na base da camada híbrida de ambos os adesivos. Quando o DMSO foi utilizado, houve uma redução na quantidade de fibras colágenas desprotegidas, o que certamente contribuiu para o aumento da resistência de união em função da maior penetração do sistema adesivo na dentina desmineralizada. Sabe-se que a espessura da camada híbrida não necessariamente influencia na resistência de união final de sistemas adesivos de forma que a homogeneidade da mesma é o fator predominante (21). Estudos realizados mostraram que adesivos que contêm os componentes hidrófilos (primer) e hidrófobos (adesivo) em frascos separados apresentam maiores valores de resistência de união além da aplicação da camada adicional de monômeros hidrófobos, permitir a formação de uma camada híbrida mais uniforme, com baixas concentrações de água e solvente remanescente. (22)

No âmbito da otimização da união do complexo restauração - dentina, novos estudos surgiram a fim de que novas substâncias testadas pudessem melhorar essa resistência. O uso da técnica alcoólica para união de sistemas adesivos hidrófobos na dentina tem sido amplamente estudado e tem demonstrado um aumento na resistência de união. Uma maneira de unir monômeros hidrófobos à dentina é através da saturação da matriz dentinária desmineralizada por etanol ao invés de água (ethanol-wet bonding technique). Possivelmente, a dentina saturada com etanol, aproximadamente de 3 a 4 min, poderia simplificar a utilização de

sistemas adesivos no campo moderno da odontologia. Resultados mostraram que a aplicação da técnica ethanol-wet bonding technique facilita a infiltração do componente hidrofóbico na matriz de dentina desmineralizada; A presença de etanol na dentina desmineralizada aumenta o encapsulamento de adesivo ao colágeno assim como permite melhor infiltração de BisGMA, melhorando a qualidade da interface.

Dessa forma, este trabalho é um estudo pioneiro visto que não existem estudos avaliando o DMSO como tratamento pré dentinário com função de preservar a degradação hidrolítica e mostrou que a utilização do DMSO 50% pode influenciar a resistência de união de adesivos convencionais de maneira semelhante à técnica alcoólica, no entanto de forma bem mais simples. Além do aumento da resistência de união imediata, proporcionada pela aplicação prévia de DMSO gerando uma maior penetração e conseqüente homogeneidade da camada híbrida, o dimetilsulfóxido pode contribuir para a preservação a longo prazo da camada híbrida devido a suas propriedades inibidoras de MMP.

6. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos e considerando as limitações experimentais, conclui-se que a utilização do DMSO aumenta a resistência de união de sistemas adesivos convencionais, reduzindo a exposição de fibras colágenas da base da camada híbrida dos adesivos testados. A utilização de DMSO juntamente com adesivo autocondicionante não influenciou na resistência de união do mesmo.

7. REFERÊNCIAS

1. Armstrong SR, Vargas MA, Chung I, Pashley DH, Campbell JA, Laffoon JE, et al. Resin-dentin interfacial ultrastructure and microtensile dentin bond strength after five-year water storage. *Oper Dent*. 2004 Nov-Dec;29(6):705-12.
2. Carvalho RM, Manso AP, Geraldeli S, Tay FR, Pashley DH. Durability of bonds and clinical success of adhesive restorations. *Dent Mater*. 2012 Jan;28(1):72-86.
3. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, VanHerle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res*. 1993 Feb;72(2):495-501.
4. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982 May;16(3):265-73.
5. Nakabayashi N. The hybrid layer: a resin-dentin composite. *Proc Finn Dent Soc*. 1992;88 Suppl 1:321-9.
6. Tay FR, Hashimoto M, Pashley DH, Peters MC, Lai SC, Yiu CK, et al. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. *J Dent Res*. 2003 Jul;82(7):537-41.
7. Spencer P, Swafford JR. Unprotected protein at the dentin-adhesive interface. *Quintessence Int*. 1999 Jul;30(7):501-7.
8. Spencer P, Wang Y, Katz JL. Identification of collagen encapsulation at the dentin/adhesive interface. *J Adhes Dent*. 2004 Summer;6(2):91-5.
9. Wang Y, Spencer P. Effect of acid etching time and technique on interfacial characteristics of the adhesive-dentin bond using differential staining. *Eur J Oral Sci*. 2004 Jun;112(3):293-9.
10. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, et al. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. *J Dent*. 2004 Nov;32(8):611-21.
11. Tay FR, Pashley DH. Water treeing--a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent*. 2003 Feb;16(1):6-12.

12. Carrilho MR, Geraldeli S, Tay F, de Goes MF, Carvalho RM, Tjaderhane L, et al. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *J Dent Res*. 2007 Jun;86(6):529-33.
13. Bagis B, Turkaslan S, Vallittu PK, Lassila LV. Effect of high frequency ultrasonic agitation on the bond strength of self-etching adhesives. *J Adhes Dent*. 2009 Oct;11(5):369-74.
14. Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. *Am J Dent*. 2007 Feb;20(1):7-20.
15. Loguercio AD, Salvalaggio D, Piva AE, Klein-Junior CA, Accorinte Mde L, Meier MM, et al. Adhesive temperature: effects on adhesive properties and resin-dentin bond strength. *Oper Dent*. 2011 May-Jun;36(3):293-303.
16. Reis A, Klein-Junior CA, Accorinte Mde L, Grande RH, dos Santos CB, Loguercio AD. Effects of adhesive temperature on the early and 6-month dentin bonding. *J Dent*. 2009 Oct;37(10):791-8.
17. Breschi L, Cammelli F, Visintini E, Mazzoni A, Vita F, Carrilho M, et al. Influence of chlorhexidine concentration on the durability of etch-and-rinse dentin bonds: a 12-month in vitro study. *J Adhes Dent*. 2009 Jun;11(3):191-8.
18. Majtan J, Majtan V. Dimethyl sulfoxide attenuates TNF-alpha-induced production of MMP-9 in human keratinocytes. *J Toxicol Environ Health A*. 2011 Oct 15;74(20):1319-22.
19. Jacob SW, Herschler RJ, Rosenbaum EE. Dimethyl sulfoxide (DMSO): laboratory and clinical evaluation. *J Am Vet Med Assoc*. 1965 Dec 15;147(12):1350-9.
20. Scaduto RC, Jr. Oxidation of DMSO and methanesulfinic acid by the hydroxyl radical. *Free Radic Biol Med*. 1995 Feb;18(2):271-7.
21. Y. Liu, L. Tjäderhane, L. Breschi, A. Mazzoni, N. Li, J. Mao, D.H. Pashley and F.R. Tay, Limitations in Bonding to Dentin and Experimental Strategies to Prevent Bond Degradation. *J DENT RES* 2011 90: 953 originally published online 10 January 2011.

22. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res.* 2000;79:1.385-90.