



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



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): Mayra de Mello Fabião

Orientador: Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins

Ano de Conclusão do Curso: 2008

TCC 472

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

Mayra de Mello Fabião

**EFEITO DA CONDIÇÃO DE UMIDADE DO ESMALTE
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES.**

Monografia apresentada ao Curso de
Odontologia da Faculdade de Odontologia
de Piracicaba – UNICAMP, para obtenção
do Diploma de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins

**Piracicaba
2008**

Unidade FOP/UNICAMP	
N. Chamada	
.....	
Vol.	Ex.
Tombo BC/	

C.T. 786443

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª / 6159

F112e	Fabião, Mayra de Mello. Efeito da condição de umidade do esmalte sobre a resistência de união de adesivos autocondicionantes. / Mayra de Mello Fabião. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2008. 38f. Orientador: Luis Roberto Marcondes Martins. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Fratura. 2. Esmalte dentário. I. Martins, Luis Roberto Marcondes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título. (mg/fop)
-------	---

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãs
pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

Agradecimentos

Aos meus pais pela vida, dedicação e apoio incondicional em todas as fases da minha vida.

As minhas irmãs pelos ouvidos e desabafos durante os momentos de estresse.

Aos meu avô Joaldy pelo exemplo na profissão e ao meu avô Abilio e avós Silvia e Irma.

Gustavo pelo carinho e companheirismo durante os 4 anos do curso.

Ao Professor Luis Roberto pela oportunidade e habilidade com que orientou este meu primeiro de muitos trabalhos.

Ao meu Co-orientador André pela paciência e conhecimentos científicos que me passou.

Ao Luciano pelas tardes de estudo.

Ao Professor Luis Alexandre pela oportunidade e atenção às sextas-feiras de manhã.

Aos alunos de pós-graduação e funcionários da Área de Dentística da FOP – UNICAMP, pelos auxílios prestados durante a execução do projeto.

A Meg pelos momentos de alegria que me proporciona todos os dias.

A Elaine pelos cuidados desprendidos nos últimos 17 anos.

Aos amigos pelos ótimos momentos e lembranças inesquecíveis nesses 4 anos de convivência.

Sumário

	p.
Lista de Tabelas.....	7
Lista de Ilustrações.....	8
Resumo.....	9
1-Introdução.....	11
2-Proposição.....	15
3-Materiais e Métodos	
3.1 Materiais.....	16
3.2 Método	
3.2.1 Obtenção dos fragmentos dentais.....	17
3.2.2 Condições de umidade.....	19
3.2.3 Procedimentos adesivos.....	20
3.2.4 Obtenção das amostras para micro-cisalhamento.....	22
3.2.5 Realização do teste de micro-cisalhamento.....	24
4-Resultados.....	26
5-Discussão.....	29
6-Conclusão.....	33
7-Referências Bibliográficas.....	35
8- Anexo.....	37

Lista de Tabelas

	p.
Tabela 1 - Sistemas adesivos utilizados.....	16
Tabela 2 - Descrição dos grupos.....	19
Tabela 3 - Médias (desvio padrão) de resistência em Mpa.....	26
Tabela 4 - Padrão de fratura.....	27

Lista de Ilustrações

p.

Figura 1 - (A) Hemi-secção dental incluída na resina de poliestireno, tendo a superfície vestibular exposta, e (B) a mesma após o desgaste realizado em politriz giratória, expondo dentina e esmalte planos.....	18
Figura 2 - Substrato dental sendo umidificado com água destilada.....	20
Figura 3 - (A) Aplicação, com auxílio de um <i>microbrush</i> , e (B) fotoativação do adesivo.....	21
Figura 4 - (A) Moldagem das brocas de aço e (B) molde obtido para ser utilizado como matriz na confecção dos cilindros de resina composta.....	22
Figura 5 - (A) Inserção e (B) fotoativação da resina composta. (C) Remoção da matriz de silicone com auxílio de uma espátula de inserção de resina e (D) cilindro confeccionado sobre o esmalte dental.....	23
Figura 6 - Ensaio de micro-cisalhamento.....	24
Figura 7 - Microfotografias de fratura adesiva ocorrida no esmalte (A e B).....	27
Figura 8 - Microfotografias de fratura coesiva ocorrida no adesivo (C e D).....	28
Figura 9 – Microfotografias de fratura mista ocorrida no esmalte (F e G).....	28

Resumo

Adesivos autocondicionantes foram desenvolvidos buscando eliminar a sensibilidade técnica em relação ao controle de umidade associada aos sistemas adesivos convencionais. Entretanto, comportamentos distintos frente aos diferentes substratos dentais levantam dúvidas a cerca da importância da condição de umidade para os sistemas adesivos autocondicionantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da condição de umidade do esmalte dental sobre a resistência de união de três sistemas adesivos autocondicionantes de passo único com diferentes co-solventes.

Terceiros molares humanos foram divididos em 9 grupos experimentais: 3 adesivos (Xeno III, Adper Prompt e iBond) x 3 condições de umidade (esmalte desidratado, seco, e úmido). Os dentes foram seccionados ao centro pelo sulco principal e incluídos em resina de poliestireno, permanecendo a superfície vestibular exposta. Em seguida, esta foi lixada até que houvesse esmalte e dentina expostos. Após a aplicação dos adesivos, cilindros de resina composta com 1 mm de diâmetro foram confeccionados no esmalte. As amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento. Os dados dos testes realizados foram submetidos à ANOVA dois fatores e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). O Xeno III apresentou maiores valores de união no substrato seco (14,13 MPa), sendo que os substratos desidratado e úmido (8,24 e 7,37 MPa, respectivamente) não apresentaram diferença entre si. Para o Adper Prompt, o adesivo aplicado sobre o esmalte seco (10,05 MPa) e úmido (9,47 MPa) apresentaram valores estatisticamente semelhantes, sendo que apenas a primeira condição foi superior

ao desidratado (5,69 MPa). Já o iBond teve melhor desempenho no esmalte úmido (13,26 MPa), sendo que o seco (8,99 MPa) e o desidratado não diferiram entre si (6,55 MPa). Não houve diferença entre os adesivos no esmalte desidratado. Para o esmalte seco, o iBond teve o pior desempenho com os demais não diferindo entre si. Já no esmalte úmido, o iBond teve o melhor desempenho e também houve diferença entre os outros adesivos. A melhor condição de umidade do esmalte para o desempenho imediato foi dependente do adesivo. Entretanto, o esmalte desidratado teve os piores valores de união para todos os adesivos.

Introdução

A união de materiais restauradores ao substrato dental foi descrita pela primeira vez há quase meio século e, com a evolução da resina composta e dos sistemas adesivos, a união ao esmalte e dentina tornou-se procedimento clínico de rotina (Kugel, 2000). O primeiro relato de sucesso na união de materiais restauradores ao tecido dental foi feito por Buonocore em 1955. Através do condicionamento ácido do esmalte, conseguiu-se um aumento da área disponível para a penetração de uma resina acrílica, estabelecendo uma união micro-mecânica. Desde então o princípio de união ao esmalte dental foi bem estabelecido. O mesmo mecanismo foi tentado para a união ao tecido dentinário, sem que se alcançasse sucesso inicialmente. A diferença de composição química e organização estrutural em relação ao esmalte torna o procedimento de união ao substrato dentinário mais complexo. Isso ocorre devido à sua estrutura tubular, maior conteúdo orgânico e umidade intrínseca (Kugel & Ferrari, 2000).

Em 1982, Nakabayashi *et al.* descreveram a camada híbrida como sendo o principal mecanismo responsável pela união de sistemas adesivos à dentina. Para que ocorra a formação da camada híbrida, a dentina é mantida úmida após o condicionamento ácido, o que preserva as fibras colágenas em uma condição expandida, facilitando a difusão dos monômeros resinosos (Kanca, 1992). A técnica inicial era composta por três passos operatórios: condicionamento ácido, aplicação do *primer* e do adesivo. Buscando simplificar a técnica, o *primer* foi incorporado ao adesivo em único frasco, passando a técnica a ter dois passos

(Perdigão *et al.*, 1997). Entretanto, a determinação da umidade ideal do substrato dentinário para a obtenção de uma adesão ótima é difícil de estabelecer clinicamente (Reis *et al.*, 2003).

Diante dessa sensibilidade na técnica, no início dos anos 90, surgiram os sistemas de união autocondicionantes, que dispensam a etapa de condicionamento prévio do substrato com ácido fosfórico e teoricamente eliminam o controle de umidade do substrato. Os primeiros sistemas autocondicionantes foram desenvolvidos através do aumento da concentração dos monômeros resinosos ácidos no primer (Watanabe *et al.*, 1994). Esses sistemas apresentam dois passos de aplicação: primer autocondicionante seguido da aplicação do adesivo. Buscando simplificar ainda mais o procedimento adesivo, a ESPE (Seefeld, Alemanha) desenvolveu, em 1998, o primeiro sistema adesivo autocondicionante de passo único, denominado de Prompt-L-Pop (Rosa & Perdigão, 2000). Nestes sistemas, todos os passos do procedimento de união são realizados em uma única etapa.

Os monômeros resinosos ácidos contidos nestes sistemas autocondicionantes, em geral, são moléculas bifuncionais que contêm os seguintes componentes: um grupo polimerizável que pode reagir com outros monômeros do adesivo ou da resina composta por co-polimerização, um grupo “espaçador” que exerce influência sobre as propriedades de solubilidade, flexibilidade e molhamento do monômero adesivo, e um grupo ácido capaz tanto de condicionar o substrato dental como de interagir com ele (Moszner *et al.*, 2005). Quimicamente, os monômeros resinosos ácidos podem apresentar no grupo

funcional ácido os grupamentos fosfóricos $[-O-P-(OH)(OR)]$, sulfônico $(-SO_3H)$ e carboxílico $(-COOH)$ (Suh *et al.*, 2003). Os sistemas adesivos autocondicionantes apresentam água como solvente, por esta levar à dissociação iônica do grupo ácido do monômero ácido funcional, o que promove o condicionamento do substrato (Moszner *et al.*, 2005). A fim de diminuir o conteúdo de água residual, co-solventes, como o etanol, são adicionados à solução, formando uma mistura azeotrópica com a água e acelerando a sua volatilização. A acetona também pode ser utilizada como co-solvente. Entretanto, a sua rápida volatilização, além do fato de não formar um composto azeotrópico com a água, leva a uma rápida alteração na relação água-acetona, podendo gerar separação de fases e precipitação dos componentes resinosos (Mozner *et al.*, 2005).

O pH dos sistemas adesivos autocondicionantes e, assim, a sua capacidade de desmineralizar o substrato dental, depende de fatores como a concentração de água, composição de co-monômeros e solventes, e da concentração e do tipo de monômero ácido utilizado (Salz *et al.*, 2006). Excesso de água na composição torna difícil a sua volatilização, aumentando o seu conteúdo residual e prejudicando a polimerização do adesivo (Nunes *et al.*, 2006). Isso leva à formação de um polímero menos resistente e mais facilmente degradável. Por outro lado, uma baixa concentração de água no sistema adesivo prejudica a ionização dos monômeros resinosos ácidos, influenciando de forma negativa no seu potencial de desmineralizar o substrato dentinário (Hiraishi *et al.*, 2005). Uma outra fonte de água para auxiliar na dissociação dos monômeros resinosos ácidos seria àquela presente no substrato dentinário.

De Munck *et al.* (2005a) fizeram uma revisão sistemática dos valores obtidos pelas diferentes classes de sistemas de união em testes de micro-tração conduzidos pela equipe da qual fazem parte, em diferentes trabalhos. Nesta revisão, os sistemas autocondicionantes de passo único apresentaram os piores valores médios de resistência de união em relação aos demais grupos de sistemas adesivos, tanto no esmalte quanto na dentina. Entre os diferentes substratos, os sistemas de passo único apresentaram os melhores valores de união quando utilizados em dentina. Mesmo diante dos piores valores de união destes sistemas ao esmalte dental, ao se analisar na literatura o padrão de fratura das amostras após testes de união, verifica-se um predomínio de fraturas coesivas no adesivo (Di Hipólito, 2004; De Munck *et al.*, 2005b; Pilecki *et al.*, 2005). Ou seja, a resistência coesiva do adesivo foi inferior à sua união ao substrato dental. Seguindo o raciocínio que o elo fraco é a resistência coesiva do adesivo, podia-se esperar que o mesmo ocorresse na dentina e os valores dos testes de união fossem semelhantes para os dois substratos. Uma diferença entre esses dois substratos que poderia explicar esse comportamento é a maior umidade do tecido dentinário.

Proposição

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da condição de umidade do esmalte dental sobre a resistência de união de três sistemas adesivos autocondicionantes de passo único com diferentes solventes. A hipótese nula testada foi: a condição de umidade do esmalte não tem influência sobre a resistência de união de sistemas de união autocondicionantes de passo único.

Materiais e Método

3.1 Materiais

Para a realização deste trabalho foram utilizados três sistemas adesivos autocondicionantes de passo único, que apresentam diferentes solventes em sua composição (Tabela 1).

Tabela 1. Sistemas adesivos utilizados.

Adesivo	Fabricante	Composição*
Adper Prompt		
	3M ESPE Dental Products St. Paul, MN, USA	Líquido A: éster do ácido fosfórico metacrilatado, fotoiniciador e estabilizador. Líquido B: HEMA, ácido polialquenóico, estabilizadores, água
Xeno III		
	Dentsply Caulk Milford, DE	Líquido A: UDMA, HEMA, dióxido de sílica, etanol e água. Líquido B: ácido fosfórico, monômeros metacrilatos, monômero monofluorofosfato, UDMA e canforoquinona.
iBond		
	Heraeus Kulzer Inc. Armonk, NY, USA	Metacrilato, PENTA, fotoiniciadores, estabilizadores, hidrofluoreto cetilamina, acetone e água.

* Segundo informação dos fabricantes

Abreviações: HEMA: hidróxi-etil metacrilato , UDMA: uretano di-metacrilato, PENTA: monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato.

3.2 Método

3.2.1 Obtenção dos fragmentos dentais.

Terceiros molares humanos extraídos de pacientes jovens, hígidos, foram armazenados em solução de timol a 0,1%, sob temperatura de 4°C por período máximo de 2 meses, para serem utilizados neste trabalho. Para limpeza, a superfície externa das raízes recebeu raspagem com instrumentos periodontais Duflex (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e a coroa foi limpa com taça de borracha (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e pasta de pedra pomes e água (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) em baixa rotação (Kavo do Brasil Ind. e Com. Ltda., Joinville, SC, Brasil), seguida de abundante lavagem com água destilada. Foram selecionados 30 terceiros molares, de tamanhos aproximados e identificados com algarismos arábicos.

As coroas foram separadas das raízes na altura do assoalho da câmara pulpar, com disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), em baixa rotação, sob refrigeração. Restos da polpa coronária foram removidos com curetas. A porção coronária do dente foi seccionada no sentido mesio-distal, através do sulco central, obtendo-se duas hemi-seções de cada dente correspondentes às superfícies vestibular e lingual/palatina. As superfícies do esmalte dental foram analisadas em lupa esterioscópica (XLT30, Nova Optical Systems, Novo Tempo Co. e Participações LTDA, Piracicaba, SP, Brasil) com 25X de aumento para certificar-se da ausência de trincas e outros defeitos. As hemi-seções foram incluídas em resina de poliestireno, permanecendo a porção

vestibular exposta, e os blocos dentais foram desgastados em uma politriz giratória até que apresentasse esmalte e dentina planificados – Figura1.

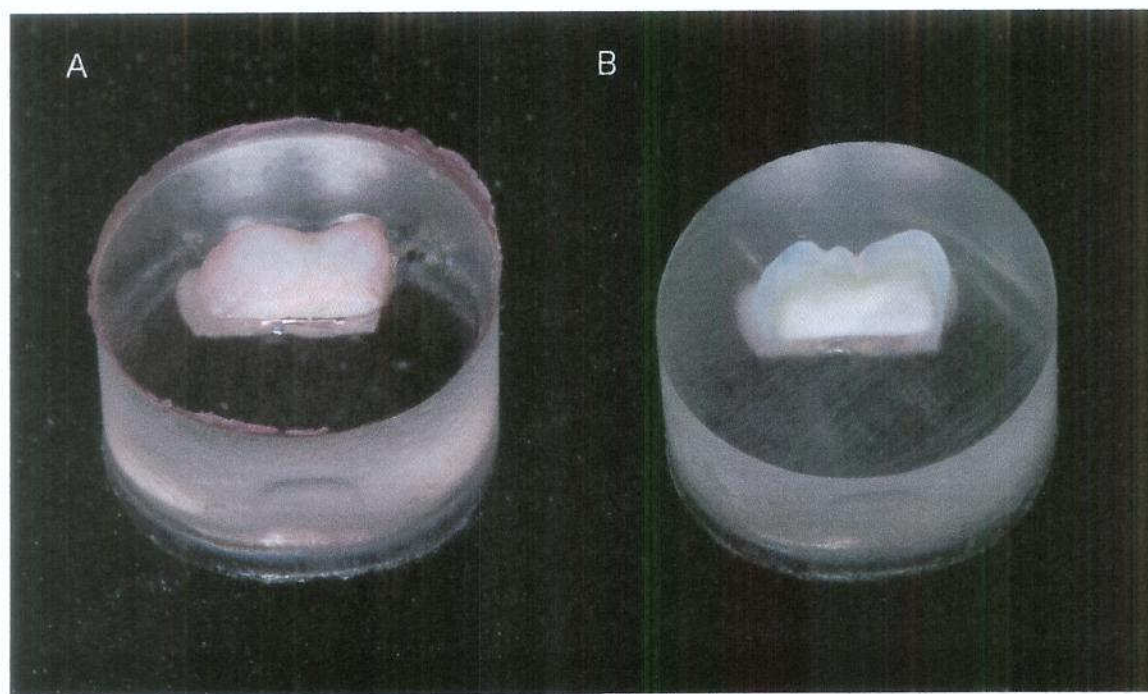


Figura1. (A) Hemi-seção dental incluída na resina de poliestireno, tendo a superfície vestibular exposta, e (B) a mesma após o desgaste realizado em politriz giratória, expondo dentina e esmalte planos.

As amostras foram divididas em 9 grupos, de acordo com o sistema de união e condições de umidade do esmalte (tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos grupos.

Adesivo	Condição de umidade do esmalte		
	Desidratado	Seco	Úmido
Adper Prompt	AP-D	AP-S	AP-U
Xeno III	XN-D	XN-S	XN-U
iBond	IB-D	IB-S	XN-U

3.2.2 Condições de umidade

Os fragmentos dentais receberam os seguintes tratamentos descritos a seguir, de acordo com a condição de umidade do grupo para o qual foi destinado:

Desidratado: Os fragmentos foram imersos em soluções acedentes de etanol (Proderma farmácia de manipulação Ltda, Piracicaba, SP, Brasil), 70%, 80%, 95% e 100%, por duas horas em cada. Na última solução foram feitas quatro imersões, sendo a última realizada por 24 horas. Esse protocolo de desidratação foi descrito por Tay *et al.*, 1999.

Seco: E esmalte foi seco por 30 segundos com uma seringa de ar livre de óleo.

Úmido: Após a secagem do substrato (descrita para a condição seco), o esmalte foi umidificado com 2,5 µl de água destilada, dispensados através de uma micropipeta (Micropipet, Pipetman, Gilson, NY, USA – Figura 2) e deixado em posição por 60 segundos.

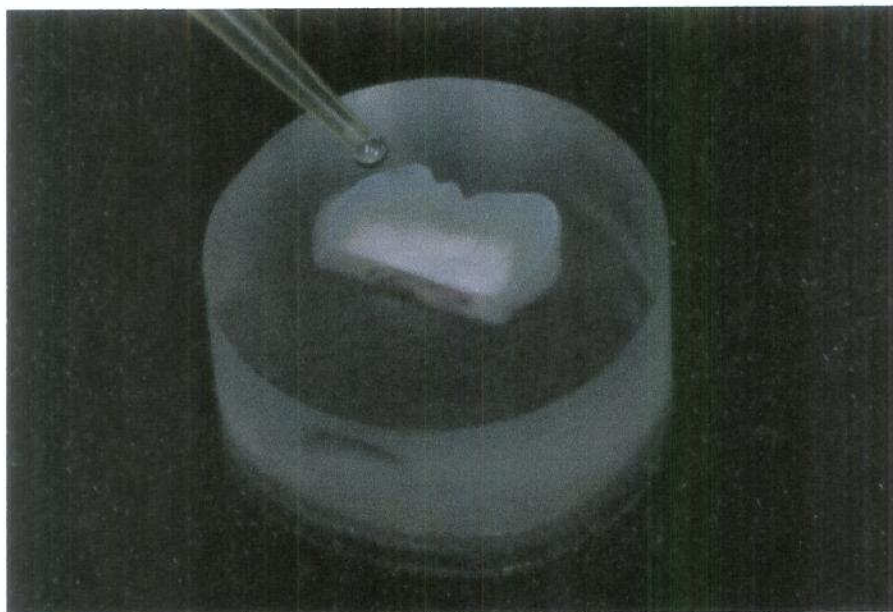


Figura 2. O substrato dental sendo umidificado com água destilada (2,5 μ l).

3.2.3 Procedimentos adesivos

Os sistemas adesivos, autocondicionantes de passo único, foram utilizados da maneira descrita abaixo:

Adper Prompt: Uma gota dos líquidos A e B foram dispensados no casulo de manipulação fornecido pelo fabricante. Através de aplicador *microbrush* (Optimum microbrush original, Microbrush Corp., Grafton, USA) os dois líquidos foram misturados até a obtenção de uma coloração uniforme. Em seguida, o adesivo foi aplicado de forma ativa (movendo a aplicador contra o substrato) através do *microbrush* sobre o esmalte por 15 segundos. Leve jato de ar foi dispensado sobre o adesivo com uma seringa ar-água para auxiliar na remoção do solvente, e uma nova camada foi aplicada, desta vez de forma passiva. Após novo jato de ar, foi feita a fotoativação por 10 segundos com o aparelho de lâmpada halógena Optilux 501 (Kerr/Demetron, Orange, CA, USA).

Xeno III: Uma gota dos líquidos A e B foram dispensados no casulo de manipulação fornecido pelo fabricante. Através de aplicador fornecido pelo fabricante, os dois líquidos foram misturados por 5 segundos. O adesivo foi aplicado de forma passiva sobre o esmalte, onde permanecerá com 20 segundos. Leve jato de ar foi aplicado, através de uma seringa ar-água, por 2 segundos para uniformizar a camada de adesivo e auxiliar na remoção do solvente. Em seguida foi feita a fotoativação do adesivo por 10 segundos.

iBond: O adesivo foi aplicado sobre o esmalte dental em três camadas consecutivas. Após um período de espera de 30 segundos, foi aplicado leve jato de ar, para auxiliar na evaporação do solvente, e o adesivo foi fotoativado por 10 segundos.

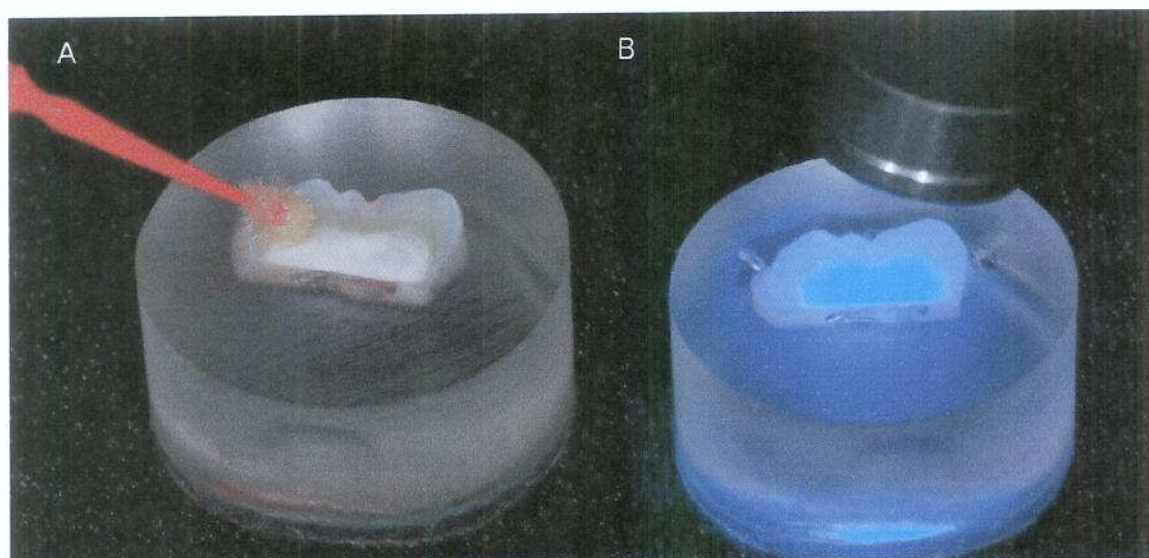


Figura 3. (A) Aplicação, com auxílio de um *microbrush*, e (B) fotoativação do adesivo.

3.2.4 Obtenção das amostras para micro-cisalhamento

Após os procedimentos adesivos, uma matriz de silicone de adição com 1 mm de altura e 1 mm de diâmetro interno foi confeccionada. Esta matriz foi obtida através da moldagem de brocas de aço de 1 mm de diâmetro com o material leve do silicone de adição Aquasil (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha). Para isto, as brocas foram posicionadas no centro de duas placas de acrílico contendo um espaçador circular de 1 mm de espessura e 10 mm de diâmetro. O silicone, após manipulado, era colocado no interior deste espaçador e as placas aproximadas, permitindo desta forma a moldagem das brocas – Figura 4.

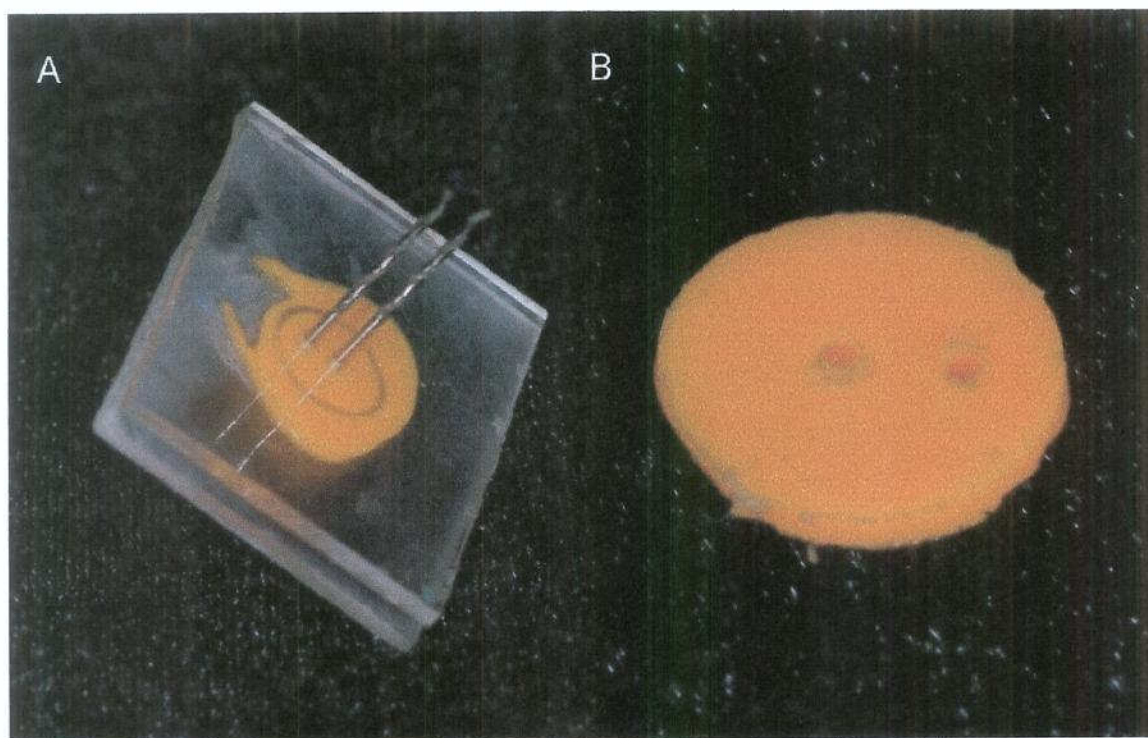


Figura 4. (A) Moldagem das brocas de aço e (B) molde obtido para ser utilizado como matriz na confecção dos cilindros de resina composta.

A matrizes de silicone foram posicionadas sobre o esmalte hibridizado e a resina composta Filtek Z-350 flow A3 (3M ESPE) inserida no interior da matriz com auxílio de uma sonda exploradora #5 e fotoativada por 20 segundos – Figura 5. Foram confeccionados dois cilindros em esmalte para cada amostra. Os dentes restaurados foram armazenados por 24 horas em estufa, em umidade relativa (Asmussen & Peutzfeldt, 2001) e 37 ° C previamente ao ensaio de micro-cisalhamento.

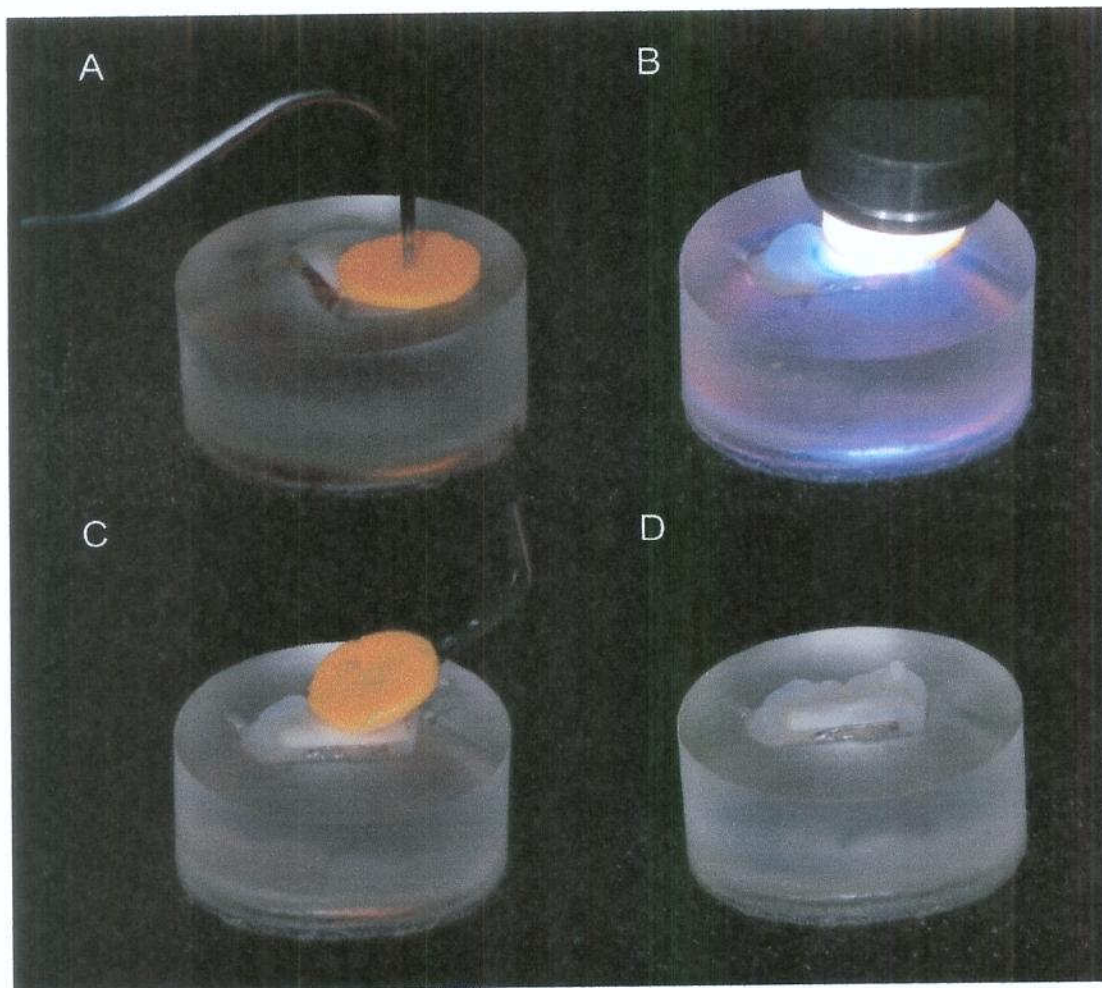


Figura 5. (A) Inserção e (B) fotoativação da resina composta. (C) Remoção da matriz de silicone com auxílio de uma espátula de inserção de resina e (D) cilindro confeccionado sobre o esmalte dental.

3.2.5 Realização do teste de micro-cisalhamento

Decorrido este período as amostras foram fixadas no dispositivo específico para o ensaio de micro-cisalhamento acoplado a uma máquina de ensaios (Emic Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA, São José dos Pinhais. PR - Brasil). Os cilindros de compósito foram envolvidos próximo à área de união com fio ortodôntico de 0,3mm de diâmetro. O ensaio foi conduzido com uma célula de carga de 5 Kg, a uma velocidade de 0,5 mm/min, até a ruptura das amostras – Figura 6. Foram anotados os valores de resistência máxima fornecidos pela máquina em KgF. Para o cálculo dos valores de MPa, usou-se a seguinte fórmula: $MPa = KgF * 9,8 / 0,785$, sendo este valor a área de união do cilindro com base de 1 mm de diâmetro.



Figura 6. Ensaio de micro-cisalhamento.

Os resultados obtidos foram inicialmente analisados quanto à homocedasticidade, sendo que todos os grupos apresentaram. Em seguida, os

dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores (adesivo e condição de umidade).

Resultados

A ANOVA (anexo) mostrou efeito significativo para o fator substrato e para interação deste com o adesivo. O teste de Tukey foi aplicado para a interação e os resultados estão descritos na tabela 3.

Tabela 3. Médias (desvio padrão) de resistência de união em MPa.

Adesivos	Condição de umidade do susbtrato		
	Desidratado	Seco	Úmido
Xeno III	8,24 (1,5) aB	14,13 (3,4) aA	7,37 (2,4) bB
iBond	6,55 (2,2) aB	8,99 (3,0) bB	13,26 (3,4) aA
Adper Prompt	5,69 (1,6) aB	10,05 (1,6) aA	9,47 (2,1) abAB

Letras distintas (minúscula na vertical e maiúscula na horizontal) indicam diferença estatística ao teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Tabela 4. Padrão de Fratura

Adesivo	Condição de umidade	% Padrão de Fratura			
		Adesiva	Coesiva (esmalte)	Coesiva (adesivo)	Mista
iBond	Seco	26			74
	Úmido	50			50
	Desidratado	56			44
Xeno III	Seco	60	10		30
	Úmido	85			15
	Desidratado	89			11
Adper Prompt	Seco	28		57	15
	Úmido	17		17	66
	Desidratado			20	80

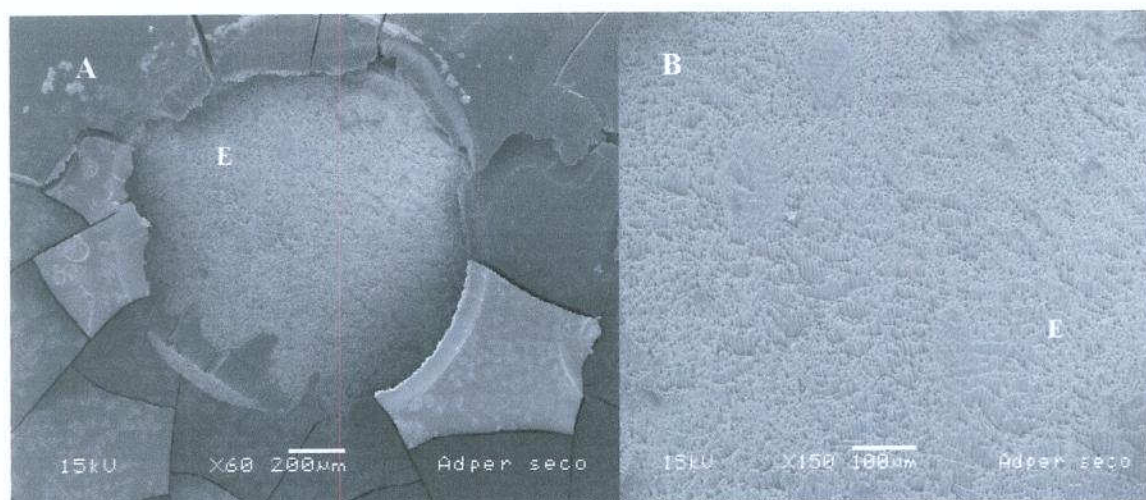


Figura 7 . Microfotografias de fratura adesiva ocorrida no esmalte (A e B). Em maior aumento (B) pode-se observar os prismas do esmalte. E, esmalte.

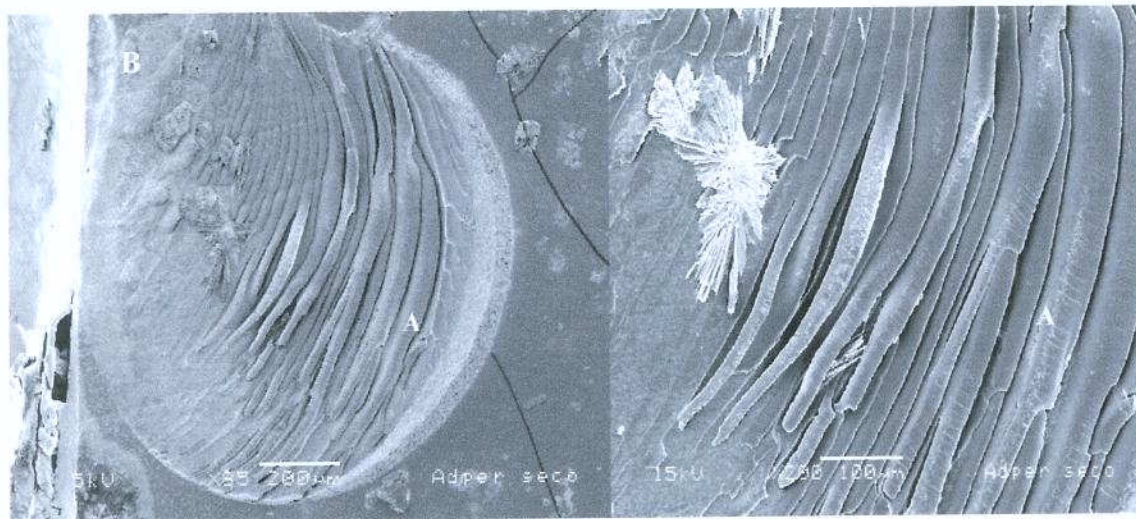


Figura 8 . Microfotografias de fratura coesiva ocorrida no adesivo (C e D). A, adesivo fraturado.

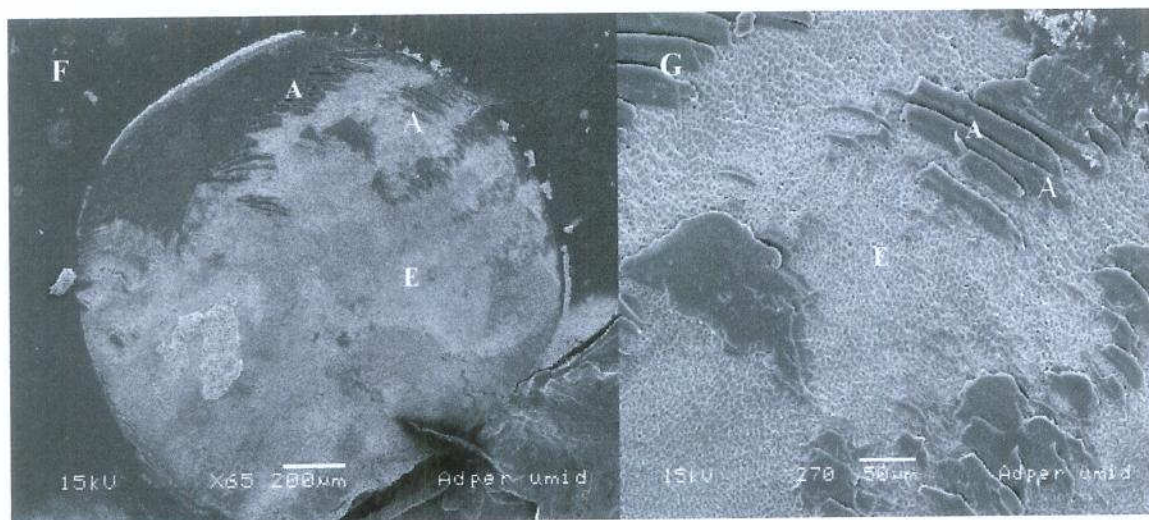


Figura 9 . Microfotografias de fratura mista ocorrida no esmalte (F e G). Em maior aumento (G) pode-se observar prismas de esmalte e adesivo fraturado. A, adesivo fraturado; E, esmalte.

Discussão

Para o Xeno III, o substrato seco apresentou os maiores valores de resistência de união, sendo que as condições de esmalte úmido e desidratado apresentaram valores semelhantes. Possível explicação para o melhor desempenho deste adesivo em substrato seco é a quantidade de água contida neste sistema. Este material é apresentado em dois frascos, que são misturados antes da sua utilização, sendo que a água e os monômeros resinosos ácidos estão presentes em frascos distintos. Assim, é possível a incorporação de maior quantidade de água sem a preocupação que este solvente ionize o monômero ácido ainda no frasco (Salz et al., 2005). Esta possível maior quantidade de água faz com que o adesivo seja eficiente em condicionar de forma satisfatória o esmalte.

Entretanto, quantidade maior de água, como a alcançada com o substrato úmido, pode prejudicar a polimerização do adesivo e reduzir os valores de união (Wang et al. 2006). Apesar de apresentar o etanol como co-solvente, que forma composto azeotrópico com a água e auxilia na sua volatilização, a quantidade de água pode ter sido muito elevada para permitir a sua satisfatória eliminação no tempo de espera utilizado antes da fotoativação do solvente (Van Landuyt et al., 2005; Nunes et al., 2006).). Entretanto, esta baixa polimerização pode ter ocorrido na base da camada híbrida, uma vez que todas as amostras deste grupo apresentaram falha adesiva. Já no esmalte seco houve 10% de falhas coesivas no esmalte, o que comprova a melhor qualidade do polímero formado na base da camada híbrida sob esta condição de umidade. Já em esmalte desidratado, o

Xeno III apresentou valores menores que no esmalte seco, mostrando que a pequena quantidade de água remanescente no esmalte seco pode ser importante para ionizar os monômeros ácidos e permitir melhor condicionamento. Neste caso, o adesivo não penetraria de forma eficiente, o que pode ser confirmado pelo padrão de fratura com a grande maioria das falhas sendo adesivas (Salz et al., 2005).

Quando foi utilizado o Adper Prompt, o esmalte seco apresentou maiores valores que o desidratado. O substrato úmido apresentou valores intermediários sem diferença para as outras duas condições, o que pode ter ocorrido devido à ausência de um co-solvente em sua composição. Este sistema, assim como o Xeno III, é apresentado em dois frascos, sendo que a água e os monômeros resinosos ácidos estão presentes em frascos distintos, permitindo a incorporação de uma maior quantidade de água, sem que esta ionize os monômeros ácidos ainda no frasco. Em MEV foi possível observar que no esmalte seco, 57% das fraturas ocorreram no próprio adesivo, o que pode ser explicado pela ausência de co-solvente em sua composição, o que dificulta a remoção de água excedente prejudicando o desempenho deste adesivo. No esmalte úmido o excesso de água prejudicou não somente a polimerização do adesivo, mas também o condicionamento do substrato, pois 66% das fraturas ocorridas foram mistas. Entretanto, no esmalte desidratado, 80% das fraturas foram mistas e 20% coesivas no adesivo, indicando que a escassez de água no substrato também pode prejudicar sua polimerização, pois monômeros ácidos não ionizados prejudicam não só o condicionamento do substrato, mas também a polimerização do adesivo.

Já para o iBond, o melhor desempenho imediato ocorreu no substrato úmido, mostrando que este adesivo necessita de uma quantidade superior de água para seus monômeros ácidos se dissociem eficientemente e condicione o substrato. Este adesivo é apresentado em um único frasco, o que significa que os monômeros ácidos e os solventes (incluindo a água) são armazenados em uma mesma solução. Isto impede que seja adicionado grande concentração de água na solução, fazendo-se necessário um substrato úmido para um melhor desempenho deste material. O co-solvente desse sistema adesivo é a acetona, que auxilia na volatilização do excesso de água, permitindo a utilização deste adesivo em meio úmido, sem que com isso, a polimerização do adesivo fique comprometida ao ponto de prejudicar o desempenho deste sistema. Entretanto, nem sempre isto foi possível. Na avaliação do padrão de fratura foi observado que, metade das amostras no esmalte úmido se fraturou na interface adesivo/substrato e metade teve fratura mista, ou seja, além da fratura adesiva houve também falha coesiva do adesivo, o que pode ocorrer pela não remoção efetiva do excesso de água.

As condições de esmalte seco e desidratado, para este adesivo, apresentaram valores semelhantes e inferiores. Nas amostras secas, 74% das fraturas foram mistas indicando que a ausência de água, para este adesivo prejudicou também a polimerização do adesivo. Além disso, nas amostras desidratadas, pouco mais de 50% das fraturas foram adesivas e o restante foram mistas, sugerindo novamente que, a pequena quantidade de água interferiu no condicionamento do substrato, e no caso do iBond interferiu também na polimerização do adesivo. Apesar de num primeiro momento parecer contraditório,

a escassez de água para um adesivo ácido pode também prejudicar a sua polimerização. A baixa ionização dos monômeros ácidos do adesivo compromete o condicionamento do substrato e pode manter o adesivo ácido. Em condições ácidas, o processo de polimerização também é prejudicado.

Conclusões

Na avaliação da resistência de união e padrão de fratura dos sistemas adesivos pode-se concluir:

1. O Xeno III apresentou melhor desempenho no esmalte seco.
2. Para o iBond, o esmalte úmido levou aos maiores valores de união.
3. Já para o Adper Prompt, não houve diferença entre os valores de união obtidos no esmalte seco e úmido.
4. A melhor condição de umidade do esmalte para o desempenho imediato foi dependente do adesivo.

Referências

1. Asmussen E, Peutzfeldt A. The influence of relative humidity on the effect of dentin bonding systems. *J Adhes Dent*. 2001; 3(2):123-7.
2. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955; 34(6): 849-53.
3. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, *et al*. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005a; 84(2): 118-32.
4. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent*. 2005b; 30(1):39-49
5. Di Hipólito, V. Efeito de sistemas adesivos sobre a superfície do esmalte dental íntegro e desgastado. [Dissertação] Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp; 2005.
6. Hiraishi N, Nishiyama N, Ikemura K, Yau JY, King NM, Tagami J, Pashley DH, Tay FR. Water concentration in self-etching primers affects their aggressiveness and bonding efficacy to dentin. *J Dent Res*. 2005; 84(7):653-8.
7. Kanca J 3rd. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J Am Dent Assoc*. 1992; 123(9): 35-43.
8. Koase K, Inoue S, Noda M, Tanaka T, Kawamoto C, Takahashi A, Nakaoki Y, Sano H. Effect of bur-cut dentin on bond strength using two all-in-one and one two-step adhesive systems. *J Adhes Dent*. 2004; 6(2):97-104.

9. Kugel G. Direct and indirect adhesive restorative materials: a review. *Am J Dent.* 2000; 13 (Spec No): 35D-40D.
10. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131 (Suppl): 20S-25S.
11. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. *Dent Mater.* 2005; 21(10): 895-910.
12. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982; 16: 265-73.
13. Nunes TG, Garcia FC, Osorio R, Carvalho R, Toledano M. Polymerization efficacy of simplified adhesive systems studied by NMR and MRI techniques. *Dent Mater.* 2006; 22(10):963-72.
14. Perdigao J, Ramos JC, Lambrechts P. In vitro interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. *Dent Mater.* 1997; 13(4):218-27.
15. Pilecki P, Stone DG, Sherriff M, Watson TF. Microtensile bond strengths to enamel of self-etching and one bottle adhesive systems. *J Oral Rehabil.* 2005; 32(7):531-40.
16. Reis A, Grande RH, Oliveira GM, Lopes GC, Loguercio AD. A 2-year evaluation of moisture on microtensile bond. *Dent Mater.* (in press).
17. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, Carvalho RM, Julio Singer M, Grande RH. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *J Adhes Dent.* 2003; 5(3): 183-92.

18. Rosa BT, Perdigão J. Bond strengths of nonrinsing adhesives. *Quintessence Int.* 2000; 31(5): 353-8.
19. Salz U, Mucke A, Zimmermann J, Tay FR, Pashley DH. pKa value and buffering capacity of acidic monomers commonly used in self-etching primers. *J Adhes Dent.* 2006; 8(3): 143-50.
20. Salz U, Zimmermann J, Zeuner F, Moszner N. Hydrolytic stability of self-etching adhesive systems. *J. Adhes Dent.* 2005; 7(2): 107-16.
21. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhes Dent.* 2003; 5(4): 267-82.
22. Tay FR, Moulding KM, Pashley DH. Distribution of nanofillers from a simplified-step adhesive in acid-conditioned dentin. *J Adhes Dent.* 1999; 2:103–17.
23. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. *J Dent Res.* 1994; 73(6): 1212-20.

Anexo

QUADRO DE ANÁLISE

	F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	2	19.00912	9.50456	1.5673	ns
Fator2(F2)	2	145.86633	72.93317	12.0267	**
Int. F1xF2	4	160.50539	40.12635	6.6168	**
Tratamentos	8	325.38084	40.67261	6.7069	**
Resíduo	36	218.31428	6.06429		
Total		44	543.69512		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL: 2, 36 F-krit(5%) = 3.2594 F = 1.5673 $p > .10000$

GL: 2, 36 F-krit(1%) = 5.2479 F = 12.0267 $p < .00100$

GL: 4, 36 F-krit(1%) = 3.8903 F = 6.6168 $p < .00100$

GL: 8, 36 F-krit(1%) = 3.0517 F = 6.7069 $p < .00100$

Fator 1 = adesivo

Fator 2 = umidade

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator1

1 8.40400 a

2 9.60000 a

3 9.91200 a

DMS1 = 2.19575

Médias do fator2

1 6.82867 b

2 11.05533 a

3 10.03200 a

DMS2 = 2.19575

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 2			
Fator 1	-----		
	1	2	3

1	5.6940 aB	10.0500 bA	9.4680 abAB
2	6.5500 aB	8.9900 bB	13.2600 aA
3	8.2420 aB	14.1260 aA	7.3680 bB

DMS para colunas = 3.8031 DMS para linhas = 3.8031